N° 407

DES FARINES

EMPLOYÉES

DANS LA MARINE AU PORT DE TOULON

FABRICATION, ACHATS A L'INDUSTRIE, CONSERVATION

FALSIFICATIONS, ALTÉRATIONS, ANALYSE

SYNTHÈSE

PRÉSENTÉE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE MONTPELLIER

le 8 juin 1887

PAR

J. MARTINENQ

Né à Toulon (Var)

PHARMACIEN DE LA MARINE

Pour obtenir le grade de Pharmacien de 1re classe

MONTPELLIER

IMPRIMERIE CRISTIN, SERRE ET RICOME, RUE VIEILLE-INTENDANCE, 5

SERRE ET RICOME, SUCCESSEURS

1887

École Supérieure de Pharmacie de Montpellier.

PROFESSEURS

MM. J.E. DIACON (I. P. ✿), DIRECTEUR *Chimie générale*

J.-E. PLANCHON ✿ ✠✠ (I. P.) *Histoire naturelle des médicaments. Botanique.*

F. JEANJEAN (I. P.)..... *Chimie analytique et Toxicologie.*

L. SOUBEIRAN ✠✠✠✠..... *Pharmacie.*

A. IMBERT..... *Physique.*

COURS COMPLÉMENTAIRES ET AUXILIAIRES

MM. MASSOL, chargé du cours..... *Minéralogie et Hydrologie.*

COURCHET, chargé du cours... *Matière médicale.*

GAY, Agrégé..... *Pharmacie Galénique.*

MALOSSE, Agrégé..... *Chimie minérale.*

AGRÉGÉS

MM. TH. MALOSSE ✠ (A. ✿).

G. MASSOL.

L. COURCHET.

F. GAY.

Secrétaire: H. GOT

Secrétaire honoraire: F.-J. BLAISE (A. ✿).

NOTA.— L'Ecole de pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats, dans les Thèses ou Synthèses qui lui sont présentées.

MEIS ET AMICIS

J. MARTINENQ

INTRODUCTION.

Au moment où l'on se préoccupe à bon droit d'améliorer la nourriture des militaires et des marins, il m'a semblé qu'il serait intéressant d'indiquer dans quelles conditions sont fabriquées les farines que la marine emploie dans les ports de guerre, en même temps que les procédés usités pour leur conservation, comme aussi les falsifications et altérations auxquelles elles sont sujettes et les moyens de prévenir les unes et les autres.

Le sujet que j'ai choisi méritait d'être traité plus longuement que je ne l'ai fait.

J'ose toutefois espérer que mon travail, bien que succinct, pourra, en raison des renseignements qu'il contient et qui ont été puisés à bonne source, offrir quelque intérêt aux personnes s'occupant des grains à farines, et notamment aux agents affectés à la surveillance des denrées entrant dans la composition des rations de nos troupes de terre et de mer.

Je ne saurais trop remercier MM. les Officiers de la manutention du port de Toulon, qui ont bien voulu m'aider de leurs conseils expérimentés et faciliter mes recherches.

Je ne terminerai point sans adresser également mes remerciements à MM. les Professeurs et Agrégés de l'École supérieure de pharmacie de Montpellier, pour l'accueil bienveillant qu'ils m'ont fait.

DES FARINES

EMPLOYÉES DANS LA MARINE AU PORT DE TOULON

FABRICATION, ACHATS A L'INDUSTRIE

CONSERVATION, FALSIFICATIONS, ALTÉRATIONS, ANALYSE

PREMIÈRE PARTIE.

Plante monocotylédone, le blé *(Triticum, sativum, T. vulgare)* appartient à la famille des graminées, et forme, avec le seigle et l'orge, le groupe des céréales, plantes à semences amylacées, placées par les anciens sous la protection de Cérès, déesse des moissons.

Possédant les caractères généraux des graminées, nous laisserons de côté la culture et la description de la plante, nous réservant de nous appesantir sur les caractères du fruit, sur sa constitution histologique et sa composition chimique. Cette étude, en effet, nous paraît absolument nécessaire pour comprendre la composition des farines.

I. — Du grain de blé.

Description du grain. — Connu par tout le monde sous le nom de grain, le fruit du blé est un caryopse affectant la forme d'un ellipsoïde, plus ou moins allongé selon la variété. Le grain de blé possède une face bombée, tandis que son autre face est divisée en deux lobes par un sillon plus ou moins profond, qui va d'un bout à l'autre. Aussi, peut-on se représenter le grain de blé comme formé par une feuille épaisse plus ou moins large, dont chaque moitié du limbe serait enroulée de ses bords vers la ligne médiane. Fixé à la glumelle par le gros bout qui est à sa base, le grain a son extrémité supérieure, ou petit bout, surmontée d'une houppe de poils (*brosse*). C'est d'ailleurs entre ces poils que se logent les poussières, les moisissures et les sporules du champignon (*caries ustilago*) qui l'affligent de la carie.

Constitution histologique. — Examiné au microscope, la coupe transversale du grain nous montre, à première vue, une enveloppe plus ou moins ligneuse et un noyau farineux qui constitue la partie centrale. Si, maintenant, nous examinons avec détail chacune de ces parties, nous voyons, ainsi que M. Mège-Mouries l'a indiqué dans ses travaux, confirmés par Trécul, que cette enveloppe corticale et ce noyau à farine se décomposent eux-mêmes en différentes couches. C'est ainsi que le péricarpe ou enveloppe externe est formé par trois couches.

A la surface, un tégument ligneux, sorte de pellicule mince d'un brun très clair, qui n'est autre chose que l'épi-

derme. Formé de cellules peu allongées, à parois épaisses grossièrement ponctuées, à contours sinueux, ce tissu est très résistant. La surface extérieure est rugueuse, garnie d'une infinité de plis, et se termine au petit bout par la houppe de poils dont nous avons parlé. Cette première écorce, qui se poursuit dans les profondeurs du sillon formé par les deux lobes, en vertu de la nature de sa surface, retient beaucoup de poussières dans ses plis. Mais, comme elle est de nature inerte au point de vue de l'alimentation, on devra chercher à s'en débarrasser.

La deuxième couche de l'enveloppe, ou mésocarpe, est formée de plusieurs couches de cellules colorées en jaune, qui sont toutes dirigées dans le sens longitudinal. Cette deuxième enveloppe est, en général, moins friable que la précédente. Quant à la troisième enveloppe, ou endocarpe, elle consiste en une couche de simples cellules transversales, très apparentes, à parois épaisses, ponctuées à fente et incrustées de ligneux.

A la suite de ces trois enveloppes qui constituent le péricarpe du fruit et avant d'arriver au noyau à farine, viennent deux autres couches. La première de ces couches, qui peut être considérée comme le tégument ou *testa* de la graine, apparaît sous la forme d'un mince ruban, d'un jaune plus ou moins orangé, suivant la variété du blé. Deux couches de cellules pressées l'une contre l'autre s'y distinguent à peine avec difficulté.

La deuxième couche, au contraire, formée de grosses cellules incolores dépourvues d'amidon, forme une simple membrane embryonnaire et renferme de la céréaline.

Si, maintenant, nous passons au noyau à farine, c'est-à-dire à la partie centrale du fruit (albumen), nous voyons encore, au microscope, que ce noyau farineux est constitué par trois parties distinctes.

La partie centrale de l'albumen contient de grosses cellules à parois minces et anguleuses, où se trouve abondamment l'amidon, mais où le gluten manque presque totalement; aussi, cette partie donne-t-elle à la mouture une farine blanche, très fine *(fine fleur)*, mais peu nutritive. Ce noyau central est lui-même entouré de deux couches concentriques. La première de ces couches, qui touche au noyau, est plus dure que lui et fournit à la mouture des gruaux blancs. Ce sont ces derniers qui, réduits en poudre et mêlés à la fine fleur, constituent la farine ordinaire, base du pain blanc des villes.

La deuxième couche, que nous appellerons zône externe du noyau à farine, sera la couche à gluten caractérisée par des cellules polygonales. D'une dureté plus grande que la zône précédente, elle fournira les gruaux gris, encore plus nutritifs que les blancs. Malheureusement, ces gruaux gris, remoulus, ont l'inconvénient d'adhérer à une quantité appréciable de son et forment, par leur mélange, une *farine bise* qui, à la panification, donne un *pain bis.*

Enfin, pour achever la description du grain de blé, disons qu'à la base se trouve le germe ou embryon, surtout riche en matières azotées et en huile dont il renferme 60 p. 100 de son poids.

Composition chimique. — Répartition des éléments. — Quels sont les éléments chimiques qui constituent le blé? Il nous suffira de jeter les yeux sur les différents tableaux d'analyses de cette céréale, pour voir que le blé renferme de l'amidon, du gluten, de la matière albumineuse, des matières grasses, du glucose, de la dextrine, des sels et plusieurs autres produits en proportions très faibles, comme les autres végétaux. Quant à la proportion de ces divers éléments, elle varie d'un blé à l'autre, suivant les variétés et les espèces soumises à l'analyse.

Une question importante nous reste à traiter: quelle est la répartition de ces principes dans le grain de blé? Ici encore l'analyse attentive et minutieuse du blé, nous montre que dans les couches de l'enveloppe on rencontre surtout du ligneux, de la cellulose, des matières minérales (*acide phosphorique, potasse, magnésie*, etc.), abondant surtout dans les couches moyennes de l'épisperme, des matières grasses, des matières colorantes, des principes aromatiques. Ce sont même, d'après les recherches de Duvivier de Chartres, ces matières grasses, odorantes et azotées qui, dans un état particulier de combinaison, forment à la surface extérieure du grain un enduit naturel très tenace, véritable préservatif qui donne au blé, tout en rehaussant sa couleur, ce brillant et cet onctueux, connu des marchands sous le nom *d'œil et de main.*

Le gluten manque complètement dans ces couches, mais est remplacé par de la trisécaline et de la céréaline, laquelle abonde surtout dans la membrane embryonnaire. Analogue à la diastase, cette céréaline (1) exerce une action nuisible sur l'amidon qu'elle saccharifie, et de plus, fluidifiant le gluten empêche la pâte de lever. Enfin, disons encore que l'embryon est riche en matières grasses et en matières minérales, et que l'amande renferme le gluten et l'amidon. Toutefois, il faut bien noter que l'amidon abonde dans la partie centrale et va en diminuant à mesure qu'on se rapproche de l'enveloppe, tandis que le gluten suit la marche inverse.

Division commerciale des blés.— La différence des proportions des éléments chimiques, imprimant des caractères spéciaux aux grains, a permis de diviser commerciale-

(1) La céréaline et la trisécaline, fusibles vers 58-60°, s'isolent facilement en traitant à froid le blé par l'éther. La céréaline se présente alors sous la forme d'une masse amorphe, incolore, diaphane, qui s'obtient tour à tour jaune, brun-verdâtre, rouge, blanche ; c'est, en un mot, un vrai caméléon végétal.

ment les blés en trois catégories: *blés durs*, *blés demi-durs*, *blés tendres*.

C'est ainsi qu'alors que les blés durs renferment plus de matières azotées, grasses et salines et fournissent une farine moins blanche, tandis que les blés tendres, entièrement farineux et blanchâtres, donnent une farine plus blanche, riche en amidon, mais pauvre en gluten et par suite peu nutritive; les blés demi-durs tiennent le milieu, participant des blés durs à la partie extérieure et des blés tendres à la partie centrale. D'un autre côté, ces différentes espèces de blés offrent une différence au point de vue du poids (1) et du rendement. Comme exemple, tandis que les blés durs pèsent 80 à 83 kil. l'hectolitre et rendent de 82 à 83 p. 100 de farine, les blés tendres ne pèsent guère que 75 kil. l'hectolitre et fournissent de 72 à 73 p. 100 de farine. Quant aux blés demi-durs, leur poids varie de 78 à 80 kil. l'hectolitre et ils donnent de 77 à 78 p. 100 de farine.

II. — Mouture.

Les blés purifiés, c'est-à-dire débarrassés des graines étrangères par des procédés dont je ne ferai qu'ébaucher la description, sont écrasés et transformés en farine par des moulins.

La marine n'a pas toujours fabriqué elle-même sa farine; en effet, pendant longtemps, ne possédant pas dans ses ports de moulins lui appartenant, elle a dû, soit s'approvisionner au commerce, soit faire ce que la guerre fait encore de nos

(1) En raison des mauvaises récoltes, depuis quelques années la marine fixe le poids du blé, en prenant la moyenne du poids spécifique du blé des régions qui avoisinent le port où se fait la fourniture. Le poids de l'hectolitre du blé est pris à la trémie Baudin.

jours dans la plupart des villes de garnison, c'est-à-dire acheter des blés et les faire moudre par l'industrie sous la surveillance des officiers de manutention (1). De nos jours, ayant doté ses ports de meuneries, elle a renoncé à l'ancien système. Achetant des blés par voie d'adjudication, en exigeant des conditions sévères stipulées dans des cahiers des charges *ad hoc*, elle mout son blé dans ses meuneries et épure elle-même ses farines. Seul, le port de Lorient, dépourvu de moulins, achète ses farines.

La marine a certainement trouvé son avantage à cette manière de faire, sinon au point de vue économique, mais tout au moins au point de vue productif.

Nettoyage du blé. — Avant d'être soumis à la mouture, le blé, bien que nettoyé, n'en est pas moins, après sa réception par une commission dite des recettes, soumis à un épurement complet. Au port de Toulon, il est versé dans un boisseau dit à blé sale situé au dernier étage de la meunerie. Une trémie le laisse couler à l'étage inférieur sur une toile métallique légèrement inclinée et percée de trous d'un diamètre plus fort que celui du grain.

Débarrassé des graines étrangères d'un volume supérieur au sien, le blé tombe alors sur une plaque métallique inclinée en sens inverse de la première et placée au-dessous de celle-ci.

Les trous de cette seconde plaque, sans permettre, en raison de leur dimension, le passage du grain, laissent échapper les graines étrangères plus petites.

Le blé glissant le long de cette deuxième plaque, arrive sur des ailettes disposées autour d'un axe qui, animé d'un mouvement de rotation, le projette et le purge de toute pous-

(1) Rochefort en 1865, Toulon en 1868.

sière. Repris par une chaîne à godets, il remonte à l'étage supérieur pour retomber dans un appareil spécial se composant de deux cylindres concentriques creux, très rapprochés l'un de l'autre. La toile les formant est percée de trous, dont les aspérités sont dirigées de dehors en dedans pour le cylindre extérieur qui est fixe, et en sens inverse pour le cylindre intérieur qui est mobile. Le blé comprimé est décortiqué et dépouillé de la majeure partie des poussières.

A sa sortie des cylindres, le grain, repris par une nouvelle chaîne à godets, est remonté une seconde fois à l'étage supérieur et renvoyé dans un autre appareil semblable à celui décrit ci-dessus, mais dont les cylindres sont plus rapprochés. Ce mouvement se répète une troisième fois, et le blé est alors recueilli dans un autre cylindre de forme horizontale, contre la chemise métallique duquel il est projeté. Les quelques poussières qui restent sont alors expulsées par ce mouvement de rotation dont est animé ce dernier cylindre percé de petits trous, et le grain est recueilli à l'extrémité de ce blutoir sur un deuxième système d'ailettes pour se rendre de là dans les réservoirs.

Pour les blés durs, après ce nettoyage et avant d'arriver aux réservoirs, ils sont préalablement mouillés en passant dans une caisse à eau, cette opération devant faciliter leur décortication.

Mouture. — Comment se pratique la mouture du blé reconnu apte à cette opération ? Dans l'industrie, elle est effectuée généralement soit au moyen des meules plates, soit au moyen du procédé des cylindres.

Le premier de ces procédés, qui est le plus répandu, consiste à écraser les grains entre deux meules, dont l'une est immobile (*généralement la meule horizontale*), et l'autre *(la meule verticale)* animée d'un mouvement de rotation, possède

une légère inclinaison qui permet au blé de s'introduire sous la meule. Ces meules sont de simples disques faits en moellons de roches, pleins de trous et possèdent ordinairement un diamètre de 1^m30 à 1^m50.

Le deuxième procédé, dit des cylindres, encore peu usité en France, consiste simplement à écraser le blé entre deux cylindres en fonte, cannelés, tournant en sens inverse, à frottement doux et à des vitesses différentes. Ce procédé, qui paraît donner une farine de meilleure qualité, constitue la méthode Hongroise.

Par l'un ou l'autre de ces procédés, le blé peut être transformé en farine suivant deux modes de moutures, savoir : la *mouture haute* et la *mouture basse*.

La *mouture haute*, appelée *économique*, consiste à concasser le blé par la meule ou les cylindres et à le soumettre à un blutage qui donne la farine de premier jet, des gruaux et des produits divers. Ce sont alors ces gruaux et ces produits divers qui, soumis à l'action d'une autre meule ou d'une autre paire de cylindres également cannelés, mais plus rapprochés, sont de nouveau écrasés et reblutés.

La *mouture basse* ou *à la grosse*, consiste à écraser le blé d'un seul trait et à donner un produit qui a reçu le nom de boulange.

Mouture au port de Toulon. — Dans la marine, ces deux modes de mouture sont suivis (*mouture économique pour les farines de journalier ; — mouture à la grosse pour la farine d'armement*); mais le procédé des meules employé varie suivant le port.

Ainsi, tandis que la mouture s'effectue avec des meules dites *anglaises* dans les ports de Cherbourg, Brest et Rochefort, Toulon opère avec des meules coniques qui constituent le système de mouture dit *système Westrupp*. Ce der-

nier genre de mouture participe à la fois de la mouture anglaise et de la mouture économique, c'est-à-dire que les meules sont assez rapprochées pour produire de la farine d'un seul coup, sans opérer par des moutures successives (*mouture anglaise*), et cependant, parfois, suivant les qualités du blé, elle remoud les produits inférieurs, ce qui est la mouture économique.

Sans entrer dans la description complète du moulin, nous croyons devoir en parler. Les meules sont coniques, à axe vertical. La meule inférieure, convexe, reçoit le mouvement de rotation, tandis que la meule supérieure, concave, est fixe et percée d'une ouverture centrale par laquelle s'introduit le blé qui lui arrive au moyen de conduits, grâce à des comprimeurs. Chaque moulin se compose de deux paires de meules placées sur un même axe et contenues dans une enveloppe en bois (*archure*), composée de quatre portes courbes qui, en se fermant, forment le cylindre.

Ces meules, de 0^m75 de diamètre, font 200 à 250 tours par minute. Cette archure qui, par sa base, repose sur le plancher de l'entresol, est fermée à sa partie supérieure par un panneau percé d'une ouverture centrale circulaire qui donne passage à l'axe des meules et par laquelle s'introduit le blé.

Au-dessus des meules inférieures, se trouve un châssis en bois recouvert par une feuille de fer-blanc en forme d'entonnoir. Cette pièce, appelée *revêtement des meules*, est destinée à ramener au centre des dites meules les produits du concassage opéré par les meules supérieures; mais un appareil de blutage est placé entre les deux paires de meules, afin d'éviter le retour des matières suffisamment concassées.

Cet appareil consiste en une mince toile métallique en forme de cylindre qui, s'appuyant dans le haut sur le couvercle de l'archure et dans le bas sur le revêtement des

meules inférieures, entoure complètement les meules supérieures. A l'intérieur de cette toile métallique frottent des brosses verticales mues par l'axe des meules.

La fleur de farine qui a traversé la toile métallique tombe à la partie inférieure de l'archure, où elle se réunit avec la boulange des meules inférieures ; un plateau en bois, solidaire à l'axe des meules et animé par lui d'un mouvement de rotation, amène tous ces produits devant une ouverture d'où ils tombent au rez-de-chaussée.

Un double système de ventilation rafraîchit énergiquement toutes les parties de l'appareil ainsi que les farines, et facilite le blutage dont nous venons de parler.

Un premier ventilateur envoie un courant d'air qui pénètre dans l'axe en fer creux des meules par la partie supérieure, et s'échappe à l'intérieur des appareils de blutage par deux ouvertures de 2 centimètres de diamètre. A mi-hauteur de l'archure, prend naissance un conduit en bois, aboutissant au centre d'un second ventilateur qui fonctionne ainsi comme aspirateur.

Cet aspirateur crée un courant d'air pénétrant par toutes les ouvertures du moulin, notamment à l'aide du conduit de descente des farines. Avant de se dégager à l'extérieur, l'air circule dans des chambres dites d'aspiration, où sont disposées des cloisons horizontales y facilitant le dépôt des folles farines.

La meunerie de Toulon, qui, avant l'incendie de 1873, possédait seulement huit moulins actionnés par un beffroi rectiligne, comprend actuellement deux beffrois de cette nature, faisant mouvoir chacun huit moulins Westrupp, disposés sur deux rangs dans l'entresol. Au premier étage, se trouvent quatre ventilateurs, desservant chacun quatre moulins.

Entre les ventilateurs, sont groupés huit aspirateurs dont les conduits partent verticalement de la partie centrale de

l'archure des meules et se rendent horizontalement près des voûtes supérieures. Coudés de la même manière, les conduits provenant des quatre moulins du centre se réunissent à une seule caisse sur laquelle s'adaptent deux conduits verticaux qui, après avoir traversé le plancher, aboutissent au centre de l'aspirateur.

Chacun des conduits de l'un des quatre moulins se trouve dans le prolongement provenant du moulin extrême du même rang et peut être mis en communication avec lui par le mouvement d'un clapet. Ces conduits se coudent verticalement, et se réunissent au centre d'un aspirateur du côté opposé à l'arrivée du conduit provenant du moulin du centre.

Il résulte donc de ces dispositions, que chaque aspirateur reçoit l'air des deux côtés. C'est ainsi qu'il aspire : 1° dans les quatre moulins, 2° dans un ou deux moulins extrêmes suivant le jeu des soupapes. Ces conduits en bois, à section carrée de 0^m20 à 0^m30, sont munis de panneaux mobiles en permettant le nettoyage.

L'espace compris entre les deux ventilateurs et les aspirateurs est occupé par quatre caisses d'aspiration, divisées par une cloison verticale en deux chambres. Chacune d'elles formée ainsi, communique avec un aspirateur. L'air qui arrive par la partie inférieure est obligé de contourner dix cloisons horizontales avant d'atteindre l'orifice supérieur et dépose ainsi une partie des folles farines dont il est chargé. Toutes les chambres sont munies de sept portes de nettoyage placées sur la face extérieure, ayant des charnières horizontales, à l'exception de la porte inférieure qui est à coulisse.

Un court conduit horizontal amène à un seul conduit rectangulaire l'air provenant des quatre chambres contenues dans une même caisse. Montant presque verticalement jusqu'au premier étage, ce conduit se rapproche de celui de l'autre caisse. A partir de là, les deux conduits, qui ne sont

séparés que par un intervalle de quelques centimètres, s'élèvent verticalement, en traversant les planchers jusqu'aux voûtes supérieures du quatrième étage où ils se courbent horizontalement et atteignent, en restant toujours parallèles, le mur de face. Là ils se courbent de nouveau pour déboucher à travers le plancher, dans deux chambres séparées par une cloison verticale en bois, où l'air se débarrasse des folles farines qu'il tient encore en suspension, puis s'échappe à l'extérieur par deux cheminées en bois traversant la couverture.

Ce système Westrupp, adopté au port de Toulon, a des avantages, car il donne une bonne farine parfaitement affleurée, c'est-à-dire souple et fraîche, et pas trop de gruaux. De plus, grâce au courant d'air frais qui circule entre les meules, la température n'est guère supérieure à celle ambiante, ce qui est un avantage, car le gluten n'est pas altéré. En revanche, nous devons dire que les frais de force motrice, pour actionner le moulin, sont supérieurs à ceux nécessaires pour les moulins à meules anglaises (1).

III. — Epurement des farines.

La mouture ayant pour but l'écrasement du grain, la farine brute ou boulange renferme, au sortir des meules, tous les éléments déjà cités plus haut. C'est ainsi qu'on y trouve la fine-fleur, les gruaux blancs et gris fournis par le noyau farineux, et les différentes couches de l'enveloppe qui constituent les issues.

(1) Le réglage des meules, comme leur rhabillage, est difficile et nécessite une grande habitude pratique.

On comprend donc facilement que cette boulange ne peut, en aucune façon, subir les épreuves de la panification, sans un traitement spécial ayant pour but de la purifier, et, pour nous servir du terme consacré, de l'épurer.

Procédé d'épurement. — Comment opère-t-on cette purification, cet épurement ?

Jadis, pratiqué au moyen de tamis circulaires garnis de tissus de soie, ou du sas, cet épurement s'effectue de nos jours avec des blutoirs, et l'opération porte le nom de blutage. Le principe en est fort simple et consiste à faire passer la farine dans une espèce de cylindre hexagonal ou octogonal en bois, recouvert de soies de numéros différents qui se succèdent dans un ordre déterminé. Ce cylindre, mû par un arbre de couche placé au centre, est animé d'un mouvement de rotation. Les blutoirs (ou bluteries) sont légèrement inclinés ou horizontaux. Dans les blutoirs inclinés, la boulange descend naturellement, tandis que dans ceux horizontaux, elle est entraînée par des râclettes disposées près de la soie, et formant une courbe héliçoïdale d'un bout de la bluterie à l'autre. Pour faciliter l'écoulement de la farine à travers les mailles de soie, la bluterie est traversée par des barrettes, soit en bois, soit en fer, sur lesquelles glissent, à chaque mouvement du cylindre, des boules en bois. C'est là le système adopté à Toulon, connu sous le nom de bluteries à taquets.

En effet, dans ce port, il existe un double jeu de bluteries, mis en mouvement par les deux beffrois rectilignes qui actionnent les moulins. Chaque jeu de bluteries comprend :

3 bluteries à boulange ;

2 bluteries à diviser les gruaux de la boulange ;

1 bluterie à son ;

2 bluteries pour la division des gruaux remoulus.

Quant aux conditions les plus avantageuses pour pratiquer l'épurement d'une farine, on peut dire que cette dernière doit être refroidie et sèche, car il est facile de concevoir que les farines sèches s'épurent plus facilement que celles humides, qui offrent l'inconvénient d'empâter les soies et de nécessiter par suite des reblutages.

Aussi, au sortir des moulins qui, dans la meunerie de l'arsenal, sont situés à l'entresol, la boulange tombe au rez-de-chaussée sur une vis sans fin, la transportant dans une chaîne à godets. Cette chaîne remonte la boulange au cinquième étage de la meunerie, et, au moyen d'un dispositif *ad hoc*, la déverse dans une espèce de tambour en bois appelé *râteau rafraîchisseur*. Là, en effet, un râteau animé d'un mouvement circulaire, promène cette boulange, la dessèche, la refroidit et la pousse vers des ouvertures qui l'amènent, par des conduits cylindriques, dans les bluteries dites à boulange, dont la chemise est formée par une succession de tissus de soies de numéros (1) différents, qui sont accolés bord à bord. Ces bluteries, au nombre de trois, donnent la fine-fleur entre 170 et 110 environ. La boulange, alors débarrassée de la fine-fleur, pénètre dans des bluteries à gruaux qui, au nombre de deux, divisent la farine en quatre sortes de gruaux, dits premiers gruaux.

Ces différents gruaux sont: entre 110 et 100 les premiers gruaux; entre 100 et 90 les seconds gruaux; entre 90 et 70 les troisièmes gruaux; entre 70 et 60 les quatrièmes gruaux. Débarrassée de la fine-fleur et de ces quatre premiers gruaux, la boulange passe dans la bluterie à son, dont le but est d'enlever la farine qui y adhère encore. Cette bluterie dif-

(1) Le numéro des soies se détermine au moyen d'un compte-fils en pouce carré. La méthode consiste à appliquer le compte-fils sur la soie et à compter le nombre de fils, soit en longueur, soit en largeur, renfermés dans le compte-fils. Le nombre de fils trouvé dans un pouce carré indique le numéro de la soie.

fère de celles précédemment décrites, en ce qu'elle consiste dans un cylindre fixe et légèrement incliné de 3 mètres de long environ, dont la chemise est formée par une toile métallique d'un seul numéro. L'axe central de cette bluterie est animé d'un mouvement de rotation et possède des brosses qui compriment le son contre la chemise et forcent la farine adhérente à passer à travers les mailles, tandis que le son retenu dans le cylindre est recueilli à l'autre extrémité. Un petit marteau en bois, frappant à intervalles la paroi supérieure du cylindre, le secoue légèrement et facilite, à travers les mailles de la toile métallique, le passage de la farine qui, recueillie à part, est mise dans un sac. Quant au son ramassé à l'extrémité de la bluterie, il vient passer dans une autre bluterie, dite bluterie à son, qui, composée à la manière ordinaire des autres, possède une chemise formée de soies de numéros différents. Là, le son se divise en cinquièmes (entre 60 et 50), sixièmes (entre 50 et 40), septièmes gruaux (entre 40 et 25), et enfin en petit son (entre 25 et 15), moyen son et gros son. Ces dernières parties, qui proviennent de la mouture de l'enveloppe et constituent les issues, sont formées, savoir:

Le *gros son*, par la pellicule extérieure la plus épaisse que la mouture sépare en larges plaques opaques, rouge-pâle en dedans et rousses en dehors, et le *petit son* par la pellicule située en dessous de l'enveloppe la plus externe qui, par la mouture, se présente en plaques plus minces, tapissées en dessous de parties amylacées. Ces dernières, soumises à la mouture, donnent une farine connue sous le nom de recoupe ou remoulage, quand le son n'a été remoulu qu'une fois, et de recoupette quand le son a été remoulu deux fois et par suite plus divisé.

En résumé, les bluteries divisent la boulange en des éléments divers, qui d'ailleurs sont constitués par les différentes

couches du grain de blé. Or, l'épurement de la farine se fera en la débarrassant d'une proportion plus ou moins forte, suivant le cas, des parties basses constituant le son.

Ici se pose une objection. Ce son, longtemps considéré comme principe inerte, a été trouvé depuis une vingtaine d'années, grâce aux analyses de Millon, plus nutritif que la farine elle-même, par suite de la forte proportion des principes azotés et des phosphates alcalins qu'il renferme. Nous ajouterons que le pain des forçats, fabriqué à Toulon à l'époque du bagne, avec de la farine épurée à 12 p. 100 et renfermant une assez forte proportion de son, était très nutritif et formait la principale base de l'alimentation de ces condamnés, dont le régime sévère proscrivait la viande. Le pain des équipages à terre et des troupes de la marine est encore très nutritif et se fabrique dans notre port avec un mélange de farine de blé dur à 15 p. 100, et de blé tendre à 20 p. 100.

Nous voyons donc que l'épurèment appauvrit la farine en la privant d'une partie de ses éléments alibiles.

Mais, en outre, l'appauvrissement de la farine n'est pas le seul inconvénient résultant de l'épurement qui, poussé trop loin, peut devenir un véritable danger pour la santé.

Comme le fait remarquer M. Fonssagrives dans son Traité d'hygiène navale, le pain fabriqué avec de la farine trop épurée et ne laissant pas de résidu peut devenir une cause de constipation, et M. Saucerotte attribue la fréquence actuelle de cette maladie à un blutage exagéré.

Cependant, nous devons noter que si, au point de vue alimentaire, l'épurement est nuisible ; si même, au point de vue sanitaire, cet épurement peut apporter quelques troubles dans la digestion, l'épurement des farines à un taux assez élevé est indispensable, surtout dans la marine, et est une condition, *sine quà non*, de conservation des farines d'arme-

ment, destinées à affronter de longs voyages et soumises à de nombreuses variations climatériques.

En effet, le son renfermant des principes mucilagineux et un ferment spécial est un véritable danger pour la conservation de la farine et doit être enlevé par le blutage. En un mot, les farines doivent être épurées. Mais à quel taux?

Le commerce n'a pas de taux d'épurement fixe et rapporte toutes ses farines à des types de blancheur qui servent d'échantillons. Pour cela, le procédé est bien simple et se résume à des épurements successifs qu'on fait subir aux farines, jusqu'au moment où le type choisi est atteint. Dans le cas où la farine ainsi épurée n'a pas une blancheur correspondant à l'échantillon, les parties les plus grossières qui proviennent des épurements successifs sont soumises à la remouture, et leur mélange, en proportions voulues à la première farine épurée, finit par atteindre le but proposé.

C'est en ramenant les farines à ces différents types de blancheur que les boulangers ont divisé leurs farines en:

1° Farines de première qualité ou de première blancheur, connues dans le midi de la France, sous le nom de farines de minot. — Provenant de la première mouture et du premier blutage, elles sont mêlées avec les produits des premières moutures des gruaux. La couleur est d'un blanc qui a un teint de paille.

2° Farines de deuxième qualité ou farines deuxièmes. — Provenant de la mouture des deuxième et troisième gruaux et des blés de deuxième qualité; elles sont d'un blanc plus mat.

3° Farines de troisième qualité ou farines inférieures. — Provenant du remoulage des résidus et des sons des farines des deuxième et troisième qualités; elles sont d'un jaune-brun.

4° Farines quatrièmes ou basses farines, appelées encore quelquefois basses farines piquées. — Elles proviennent de la mouture des résidus et des issues des dernières fabrications.

La marine, au contraire, pour les farines confectionnées dans ses meuneries, a des taux d'épurement fixes qui, suivant les différentes espèces de blés (*durs et tendres*), varient d'un port à l'autre, surtout en raison du perfectionnement plus ou moins grand des appareils employés, ainsi qu'il résulte du tableau ci-après:

PORTS	Épurement des farines de blés durs	Épurement des farines de blés tendres	OBSERVATIONS
Toulon	15 °/₀ et 25 °/₀	20 °/₀ et 30 °/₀	La farine de blé dur pour pain d'équipage est épurée à 15 p. 100 alors que celle de blé tendre l'est à 20 p. 100. Cette différence résulte de ce que les blés tendres contiennent en général 13 p. 100 de son, alors que les blés durs dépassent rarement 8 p. 100.— La farine de blé tendre est épurée à 20 p. 100 dans tous les ports, de même que pour le service des troupes de la guerre.
Rochefort	20 °/₀	20 °/₀, 25 °/₀ et 33 °/₀	
Brest	15 °/₀	33 °/₀	

Nous allons examiner comment on procède pour épurer les farines à un taux déterminé ou non. Supposons qu'on ait 100 kil. de farine de blé tendre à épurer à 20 °/₀. Cette farine est soumise au blutage en recueillant séparément les divers produits que les soies des numéros différents ont isolés (*fine fleur*, *gruaux*, *petit son*, *moyen son*, *gros son*, etc.). On prélève ensuite sur les produits inférieurs, en commençant par le son et en remontant la série, un nombre de kilogrammes égal au 20 °/₀ du poids total de farine soumise au blutage, et l'on n'a plus qu'à mélanger les produits qui restent pour avoir la farine épurée à 20 °/₀.

Il peut toutefois arriver que le son tombé hors de la bluterie excède, à lui seul, le taux d'épurement demandé. Pour fixer les idées, reprenons le cas où nous avons à épurer 100 kil. de farine à 20 °/₀, et supposons que le poids des issues

tombées hors de la bluterie soit supérieur à 20 kil. Comment opérer? On reprendra toutes les issues que l'on mélangera à tous les gros produits contenus dans le calfrage et on le reblutera pour en extraire toutes les parties farineuses ou même toutes les parties du son le plus fin, afin de ne garder à l'intérieur que des quantités représentant le taux d'épurement choisi.

Comme on le voit dans cet exemple, on est obligé d'opérer un reblutage de la farine entraînant une forte dépense en main-d'œuvre, inconvénient que l'on évite quand la bluterie est bien conduite et surtout lorsqu'elle n'est pas tournée trop vite. Si l'on n'apporte pas tous les soins voulus, la farine brute, arrivant dans la bluterie, trouve à la partie supérieure les soies du plus fin numéro. La fine fleur rencontre donc immédiatement une issue et s'échappe pour tomber dans le compartiment qui lui est destiné; en revanche, le reste de la farine continue sa marche, suit la pente du blutoir et traverse les soies de différents numéros. Les diverses parties qui constituent la farine se rendent donc, selon leur degré de finesse, dans des compartiments spéciaux jusqu'à l'arrivée, à l'extrémité inférieure où le son est entièrement dégagé des parties farineuses. Ce dernier, n'ayant pu trouver une issue, passe dans un conduit qui va le rejeter à l'extérieur de l'appareil.

On comprend donc que si la bluterie reçoit un mouvement de rotation très accéléré, la majeure partie des sons et des farines arrivera au bout de l'appareil sans avoir eu le temps de passer par les mailles des toiles correspondant à leur volume et alors l'opération sera mal faite, puisque les sons renferment de la farine en quantité notable. C'est pourquoi, en vue de prévenir cet inconvénient, les bluteries à taquets du port de Toulon ont un mouvement de rotation qui n'excède pas 25 tours par minute.

Pour en terminer avec l'épurement des farines, nous dirons que le blé qui est soumis à la mouture pour être transformé en farine éprouve un déficit comme poids dans le rendement. De même, la farine présentée au blutage subira encore un déficit d'évaporation, d'ailleurs facile à comprendre. Il est avéré qu'une matière extrêmement volatile et légère qui contient parfois un peu d'eau d'hygrométricité, étant remuée, brossée à chaque tour de bluterie, perd en poids, par évaporation, soit de l'eau, soit des parties les plus légères de la farine. Nous devons, d'ailleurs, faire remarquer que ce déchet est, dans tous les cas, très faible et que la marine passe pour le nettoyage, la mouture et le blutage, un déchet de 3 %, ce qui, en d'autres termes, revient à exiger que 100 kil. de blé donnent 97 kil. de farine.

IV.— Farines employées au port de Toulon

La marine, pour ses divers besoins, fait usage de la farine de blés durs et de blés tendres. En effet, tandis que les farines de blés durs délaissées dans les boulangeries civiles, vu la difficulté qu'offre la pâte à être travaillée et la dépense de forces musculaires qu'elle exige de la part des ouvriers, ne servent guère qu'à la préparation des pâtes alimentaires, la marine se sert de ces farines mélangées avec celles des blés tendres pour confectionner certains pains. Ces farines de blés durs offrent, en effet, de réels avantages, surtout au point de vue économique, car le rendement est plus fort, attendu que l'épurement est toujours poussé moins loin que celui des farines de blés tendres, et de plus, les blés durs étant plus fortement azotés, donnent une farine plus alimentaire. Mais,

par contre, ces farines de blés durs, à part le Tangarock, donnent une pâte difficile à travailler, se développant peu et ont besoin d'être mélangées, dans des proportions convenables, avec des farines de blés tendres. On obtient alors une pâte plus maniable, plus nutritive et qui développe peu, ce qui, dans quelques cas, est un avantage (fabrication des biscuits).

Employés depuis fort longtemps dans la marine, les blés durs le sont encore davantage depuis l'adoption de la pétrisseuse mécanique, *système Lebaudy*, essayée pour la première fois à bord du transport *la Corrèze* en 1875.— Grâce à ce système nouveau, qui a substitué à la force musculaire de l'homme celle de la vapeur bien autrement puissante, la marine a pu augmenter la proportion de farine de blés durs entrant dans la composition de la farine de journalier destinée à la fabrication du pain d'équipages à terre, et de la proportion de 1/4 employée avant l'adoption de ce système, la porter à 1/3 et même à 95 %.

Les blés durs venaient jadis, soit de la Mer Noire, soit de l'Algérie; ceux de Bône étaient préférés à ceux de cette dernière provenance. Le Tangarock, abondant sur les marchés de Marseille, avait été admis dans les fournitures, sur la proposition faite en 1872 par M. Tapié, agent principal de la manutention du port de Toulon. Avec le Marianopoli (*variété dure*), qui cependant lui est un peu inférieur, le Tangarock avait l'avantage, sur les autres blés de même nature, de donner une pâte assez panifiable et, en conséquence, facile à travailler. Mais à la suite de réclamations de la part des fournisseurs des ports du Nord, et en vue de favoriser l'agriculture et le commerce français, le Ministre de la marine, par une dépêche du 2 décembre 1885, a exclu des fournitures de la marine tous les blés exotiques, et Toulon et Rochefort sont particulièrement réduits à s'approvisionner presque exclusivement de blés durs d'Afrique.

Ces derniers sont, à Toulon, réduits en farine par le système Westrupp, et la boulange est blutée par le procédé général. La fine-fleur est alors mélangée aux deux premiers gruaux, et les autres gruaux sont ressassés, puis mélangés à la farine ordinaire. Cette opération s'effectue dans la meunerie au moyen du procédé mécanique de Cabannes, consistant en une série de tissus de soie tendus sur des cadres en bois qui, grâce à une disposition particulière, sont animés, à l'aide d'une courroie, d'un mouvement horizontal de va-et-vient. Une partie des gruaux passe à travers les mailles, et le reste s'écoulant par l'extrémité du cadre est recueilli à part, pour être versé à l'Administration des domaines qui effectue la vente de ces résidus. Ajoutons qu'à chaque gruau correspond un tissu de soie d'un numéro différent.

C'est ainsi que l'on prépare les farines de blés durs, qui sont ensuite épurées dans notre port, au taux de 15 % et de 25 %.

Quant aux farines de blés tendres, Toulon employait jadis, pour leur confection, des Tuzelles d'Afrique, de Provence, etc. Les Richelles blanches, dont les plus estimées étaient alors celles de Barletta, de Manfredonia, les Berdianska, le Marianopoli, l'Irka-d'Azoff, le Nicolaïef et le Pologne étaient encore d'un usage fréquent. Enfin, disons que le Redwinter, blé tendre américain, avait été aussi essayé et adopté au port de Toulon, à la suite d'expériences faites à la boulangerie de l'Assistance publique et à la manutention du quai de Billy.

Il est vrai que tous ces blés n'étaient pas indifféremment employés. C'est ainsi que, pour la fabrication de la farine de journalier, on se servait du Pologne qui tend de plus en plus à disparaître des marchés.

Pour la farine d'armement, dans laquelle tout mélange de

farine de blé dur est exclu et qui est destinée à affronter de longs voyages, à subir de nombreuses variations climatériques, et, par suite, exposée à de grandes chances d'altérations, on n'employait que des blés tendres de 1re qualité. Dans ce nombre, figurent les Tuzelles de Provence ou d'Afrique (Oran), ou les Richelles, mélangées par moitié avec les blés tels que les Berdianska, le Marianopoli, les Irka-d'Azoff et les Nicolaïef. On avait ainsi un mélange dans lequel la première catégorie donnait la blancheur et le rendement, et la deuxième catégorie le développement, sans lequel on obtient un pain plus lourd et mal levé.

Mais ici encore, d'après les décisions ministérielles, les blés exotiques ne pouvant plus concourir aux fournitures de la marine, le port de Toulon a dû s'approvisionner avec les blés tendres de France et d'Afrique. Cependant remarquons que, quand Brest et Rochefort ont recours aux blés tendres du Nord (*variété rousse*), Toulon se sert des blés de même qualité et de même origine (*variété blanche*). Il y a lieu d'ajouter aussi qu'on devra préférer à ces blés du Nord les Tuzelles de Provence, surtout celles de Saint-Maximin justement estimées, et celles d'Afrique, en choisissant celles de la province d'Oran, qui sont les meilleures et donnent des produits supérieurs en qualité et en quantité, mais dont le prix d'achat est plus élevé.

La préparation des farines de blé tendre a lieu à Toulon par le précédé ordinaire, et ces farines sont épurées à 20 % et 30 %; mais dans ce port, sauf pour la farine de blé tendre à 30 % qui n'est autre que la farine d'armement, on mélange à la fine-fleur les premiers, deuxièmes et quelquefois les troisièmes gruaux, suivant la qualité des blés, et les autres gruaux sont remoulus dans un moulin du système Westrupp, réservé à cet usage, pour passer ensuite dans deux bluteries qui en séparent toute la farine mélangée avec la fine-fleur

et les deux ou trois premiers gruaux. Ce qui sort des bluteries aboutit au diviseur, qui le divise en 1er, 2e, 3e, 4e, 5e gruaux, ensuite passés de nouveau au sas, puis mélangés. Tel est le procédé de la préparation de la farine à 20 %.

Jadis, au port de Toulon, les farines d'armement étaient formées des Tuzelles de Provence ou d'Afrique, ou des Richelles mélangées par moitié avec des blés étrangers: Berdianska, Marianopoli, Irka-Azoff, Nicolaïef; mais, depuis la réception de la dépêche du 2 décembre 1885, Toulon se voit dans la nécessité de la fabriquer avec des blés tendres français, fournis par les fournisseurs, c'est-à-dire avec des blés tendres du Nord. Mais ces blés tendres doivent jouir de qualités spéciales, suivant la préparation à laquelle ils doivent servir. Recherchés pour la fabrication du pain, quand ils se développent, ils deviennent mauvais pour la fabrication des biscuits. De plus, les blés du Nord seuls, présentés par les fournisseurs dans les marchés, sont pauvres en gluten, humides et renferment une forte proportion de matières corticales. Aussi, à la suite d'une demande spéciale formulée par M. Tapié, agent-principal de la manutention du port, qui faisait ressortir les inconvénients résultant de l'emploi de ces blés du Nord, et les avantages qu'il y aurait à se servir des Tuzelles de Provence, d'Oran, et des blés durs d'Afrique *(pour les biscuits)*, le Ministre de la marine, par une circulaire du 21 octobre 1886, a autorisé le port de Toulon à spécifier dans ses marchés la provenance des blés indigènes, quand ils sont destinés à la fabrication du biscuit.

Quant au mode de fabrication de cette farine, nous devons dire qu'on la prépare en retirant du premier tour des meules des farines rondes qui conservent tous les éléments nutritifs du blé et ne donnent jamais lieu à la moindre critique. Ajoutons, pour terminer, qu'épurée à 30 % à Toulon, cette farine l'est à Rochefort à 33 % et à 35 %, et à Brest à

35 %. Quant à Lorient, qui demande ses farines au commerce, le taux exigé par le cahier des charges est 35 %.

V. — Composition chimique de la farine.

Produit de la mouture du grain de blé, la farine doit en renfermer tous les éléments chimiques, c'est-à-dire en les énumérant par ordre:

Des matières organiques neutres azotées (gluten, albumine, fibrine et caséine végétale);

Des matières organiques non azotées (amidon, dextrine, glucose, cellulose, débris des cellules du perisperme);

Des corps gras fixes et volatils;

Des substances minérales (phosphates de magnésie, de chaux, sulfates et carbonates divers, de la silice, etc.

D'ailleurs, nous ferons remarquer que la farine de blé n'est pas la seule à contenir ces principes, car l'analyse chimique nous révèle leur présence dans les autres céréales, et un coup-d'œil jeté sur le tableau suivant, résumé des analyses de M. Girardin, nous montre la proportion de ces éléments divers.

NOMS des FRUITS	Eau	Amidon	MATIÈRES			Dextrine et matières sucrées	Cellulose	Azote sur 100 parties
			Azotées	Grasses	Minérales			
Blé (moyenne)	14 »	59.70	14 »	1.2	1.6	7.2	1.7	2.15
Seigle	16.60	57.50	9 »	2 »	1.9	10 »	3 »	1.38
Orge d'hiver	13.40	54.90	13.40	2.8	4.5	8.8	2.6	2.06
Avoine	14 »	53.60	11.90	5.5	3 »	7.9	4.1	1.83
Maïs	17.70	58.40	12.80	7 »	1.1	1.5	1.5	1.97
Riz (moyenne)	14.71	77.748	6.435	0.487	0.60	» »	0.5	0.99
Millet	15.86	» »	11.07	2.93	3.05	» »	» »	2.70
Sarrazin	18 »	» »	6.84	1.51	1.75	» »	» »	1.05

Il résulte de la composition de ces farines qu'elles sont toutes, en raison de leurs principes azotés et hydrocarbonés, plus ou moins alimentaires et que, comme l'indique ce tableau, la farine de blé est celle qui renferme la plus forte proportion de matières nutritives. Sa composition, ainsi qu'on le voit, justifie donc la préférence qu'on lui accorde dans l'alimentation.

Sans entrer dans de grands détails sur les principes renfermés dans la farine, nous croyons néanmoins devoir en parler, car leurs propriétés expliquent la théorie de la panification et les altérations et modifications que les farines éprouvent avec le temps.

Parmi les principes azotés, le plus important est le gluten, dont la proportion et la qualité déterminent la valeur de la farine. — Mélangé à l'amidon, ce principe en est séparé par la malaxation de la farine à l'aide d'un filet d'eau courante.

Substance molle, grisâtre et élastique, le gluten est insoluble dans l'eau, partiellement soluble dans l'alcool et totalement soluble dans les alcalis et les acides étendus (base du procédé d'extraction de Robine); élastique à l'état humide, il devient dur et cassant quand on le dessèche à l'étuve et se présente alors sous la forme d'écaille. — Frais, il est inodore et acquiert l'odeur de vieux fromage par l'altération, qui le rend fluide et soluble. Le microscope nous le montre sous la forme de filaments très irréguliers.

Tels sont les caractères importants que présente le gluten, et qui ont d'autant plus d'importance que leurs modifications servent, dans l'analyse chimique, à déceler la fraude ou l'altération de la farine.

Pour en terminer avec le gluten, disons qu'au point de vue analytique cette substance est une matière complexe; car il suffit de la traiter par de l'alcool bouillant pour voir la fibrine

végétale (Dumas) rester insoluble sous la forme d'une masse grise, tandis que l'alcool filtré donne, en se refroidissant, de la caséine. L'évaporation de cet alcool, ainsi débarrassé de la caséine, donnera une troisième substance azotée ou glutine, matière fort voisine de l'albumine, dont elle ne diffère que par la solubilité dans l'alcool froid.

Parmi les matières organiques non azotées (glucose, dextrine, amidon, cellulose, débris du périsperme, etc...), se trouvent les principes que l'on rangeait autrefois dans les hydrates de carbone et qui, de nos jours, grâce à la synthèse, sont reconnus comme n'étant autre chose que des alcools de condensation. En effet, toutes ces substances paraissent résulter, ainsi qu'on le démontre en chimie organique, de la condensation d'un nombre plus ou moins grand de molécules de glucose (alcool pentatomique), avec élimination d'un nombre égal de molécules d'eau.— Sans nous appesantir sur des considérations chimiques qui nous entraîneraient trop loin, nous dirons que, sous des influences diverses, la restitution des molécules d'eau à ces substances amylacées suffit pour les convertir en glucose. Les formules atomiques suivantes expriment d'ailleurs, on ne peut mieux, leur constitution;

Savoir:

Glucose.	$C^6 H^{12} O^6$		
Saccharose. . .	$C^{12} H^{22} O^{11}$	$= 2 (C^6 H^{12} O^6) -$	H^2O
Dextrine.	$C^{12} H^{20} O^{10}$	$= 2 (C^6 H^{12} O^6) -$	$2H^2O$
Amidon.	$C^{18} H^{30} O^{15}$	$= 3 (C^6 H^{12} O^6) -$	$3H^2O$
Cellulose (1). .	$n (C^6 H^{30} O^{15})$	$= n (C^6 H^{12} O^6) -$	nH^2O

De tous ces principes hydrocarbonés, le plus important est l'amidon qui forme environ les $^2/_3$ de la farine et dont la saccharification intervient dans la panification.

(1) Le poids moléculaire de la cellulose n'est pas connu.

L'examen de la forme de ses grains au microscope sera de plus, pour nous, un procédé d'analyse précieux.

Puis viennent : 1° les matières sucrées, dont la proportion est faible et varie avec le taux d'épurement, ce qui est facile d'ailleurs à comprendre, vu la répartition des éléments chimiques dans le grain de blé ; 2° les corps gras, faciles à déceler en traitant les farines par des dissolvants tels que l'éther, le sulfure de carbone, etc., et évaporés ensuite. Enfin, on y rencontre encore les débris du périsperme qui constituent le son. Ce dernier, qui est éliminé en grande partie par les opérations du blutage, quand on pratique l'épurement, a, grâce à sa forte proportion de principes azotés et de phosphates alcalins, un grand pouvoir nutritif, comme l'a prouvé Millon par des analyses (1). Mais, en outre, il renferme un ferment spécial organisé qui est un point de départ des altérations des farines, et qui saccharifie et même acidifie l'amidon, tout en altérant le gluten, produisant alors des matières brunes. C'est cette altération qui explique la coloration foncée et l'acidité du pain préparé avec la farine renfermant du son.

Puis viennent les sels minéraux, fort nombreux d'ailleurs, qui consistent surtout en carbonates, sulfates, silicates, chlorures, phosphates et proviennent de la culture de la plante.

En présence de ces éléments, on voit très bien que la farine, aliment complexe ayant à la fois des principes plas-

(1)

Analyses du son	*Payen*	*Millon*
Amidon et dextrine	60.4	54.0
Matières azotées	13.0	14.9
Matières grasses	5.6	3.6
Cellulose	4.0	9.7
Substance alimentaire	3.0	0.5
Eau	14.0	13.9
Matières incrustantes et aromatiques	3.4	»

tiques, quaternaires ou azotés, et des principes ternaires ou respiratoires, ainsi que des phosphates, est on ne peut plus nutritive et forme la base de la nourriture de l'homme; mais on comprend aussi très bien la théorie de la panification et les modifications éprouvées par les farines en vieillissant et en s'altérant.

Le pain ainsi formé renferme donc, comme on le voit, à peu près les mêmes éléments que ceux de la farine, et sa composition peut se traduire par les chiffres suivants :

Eau	35.59
Matières azotées	7.06
Matières grasses	0.46
Sucre	4 02
Amidon	51.46
Cellulose	0 32
Cendres	1.09
	100 00

Mais, d'une part, l'amidon y existe à l'état d'hydrate, et le gluten, détendu par la fermentation, est plus facilement attaquable par les liquides de l'estomac; le glucose existe en faible proportion et peut même avoir complètement disparu. Il n'en est pas toutefois de même pour la dextrine, dont les proportions se sont accrues. Enfin, la proportion d'eau a augmenté, ainsi que le poids des sels, par suite de l'addition du sel marin.

VI. — De l'emploi des farines de la Marine au port de Toulon.

La composition des farines connue et la théorie de la panification ébauchée, nous parlerons de l'emploi des farines de

la marine qui servent à fabriquer le pain de nos marins et des troupes de la marine.

Sans détailler la manière dont on fait le pain au port de Toulon, nous indiquerons les mélanges et les proportions de farine qui entrent dans chaque espèce de pain.

Pain d'équipage a terre. — Ce pain, qui est celui des troupes de la marine et des marins présents dans la Division ou embarqués sur les navires de guerre en rade ou dans le port, se prépare en soumettant à la cuisson la pâte obtenue par le mélange de farine de blé dur et de farine de blé tendre dans les proportions suivantes:

3 p. Farine de blé dur épurée à 15 p. 100.
1 p. Farine de blé tendre épurée à 20 p. 100.

Ce pain est rond. Pesé en pâte avant l'introduction dans le four, il accuse 1750 gr., et, à la sortie du four, il doit peser 1500 gr. Chaque homme ayant droit à 750 gr. de pain par jour, un pain est distribué pour deux hommes.

Pain d'équipage a bord. — Ce pain n'est fabriqué qu'en mer avec de la farine d'armement, c'est-à-dire de blé tendre (épurée à 30 p. 100 au port de Toulon). Il affecte également la forme ronde. Ajoutons qu'à la mer, la ration du marin ne se compose que de 500 gr. de pain et de 250 gr. de biscuit au repas du matin.

Pain des rationnaires des hôpitaux. — Ce pain destiné à la nourriture des malades est fabriqué sous forme de navette du poids de 350 gr. à Toulon, avec un mélange de farine de blé dur et de blé tendre.

Mais tandis que ce port se sert de la farine de blé dur à 25 p. 100 pour 1 partie et de la farine d'armement à 30 p. 100 pour 3 autres parties, Brest remplace cette dernière

farine par de la farine de blé tendre à 20 p. 100. Le pain pour les hôpitaux n'est point fabriqué au port de Rochefort. Il est acheté en ville.

Pain d'officiers. — Quant au pain d'officiers, qu'il soit fabriqué par les moyens du bord, c'est-à-dire à la mer, ou qu'il sorte des fours de la manutention, il est toujours fabriqué avec de la farine d'armement seulement.

Ce pain a la forme de navettes plus petites, pesant environ 180 gr. chacune, c'est-à-dire de 6 à 7 au kilogr.

Biscuits de mer. — Les biscuits de mer sont fabriqués à l'aide d'un mélange de farine de blé dur et de blé tendre, variant par port, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous :

PORTS	BLÉ TENDRE	BLÉ DUR
Brest.....	2 parties à 20 °/₀	1 partie à 15 °/₀
Toulon.....	1 partie à 30 °/₀	1 partie à 25 °/₀
Rochefort.....	1 partie à 25 °/₀	1 partie à 20 °/₀

La présence de la farine de blé dur a ici une importance immense, car, comme nous l'avons dit plus haut, non seulement elle est plus riche en gluten et, par suite, plus nutritive, mais elle empêche la pâte de se développer fortement.

Ces biscuits ou galettes sont de forme carrée, ayant environ 0,20 de côté et sont percées de trous ; après cuisson, leur poids doit être de 150 gr.

QUALITÉS D'UNE BONNE FARINE.

L'épurement des farines connu, leur composition et leur emploi décrits, il nous reste à indiquer les qualités que doit présenter une bonne farine. Cette dernière est d'un blanc jaunâtre, douce, sèche, pesante et s'attache aux doigts. Pressée dans la main, elle reste en une espèce de pelote. Mêlée avec un tiers de son poids d'eau, cette farine doit former une pâte homogène, élastique et longue.

100 parties donnent, à l'incinération, 8 à 9 parties de résidus. La bonne farine n'a aucune odeur, mais la saveur qu'elle laisse dans la bouche peut être comparée à celle de la colle fraîche. La très petite quantité de son que les meules détachent et réduisent en poudre fine n'y est perceptible pour aucun de nos organes.

La farine de moyenne qualité a un œil moins vif et est d'un brun plus mat. Serrée dans la main, elle s'échappe complètement, à moins cependant qu'elle ne provienne d'un blé humide.

Quant aux farines altérées, elles s'annoncent suffisamment par leur odeur et leur aspect, et sont quelquefois aigres ou infectes, d'un blanc terne ou rougeâtre, laissant dans la bouche un goût âcre et piquant, qu'il faut bien distinguer de celui qu'elles doivent au terroir ou aux engrais fétides qui ont fumé le sol d'où proviennent les grains. Ces farines, fournies par les blés durs, demi-durs ou tendres, devront différer.

En effet, d'une part, nous retrouverons dans chaque farine la composition élémentaire du grain qui l'a fournie, et,

d'autre part, les caractères physiques portant sur la couleur, finesse du grain, pouvoir d'hydratation, etc.

Les farines de blés durs sont plus granuleuses ou en poudre moins fine que celles des blés tendres; elles sont moins blanches, moins humides, mais plus difficiles à conserver; elles absorbent plus d'eau et rendent plus de pâte et de pain. La farine de blé dur donne en moyenne 42 p. 100 de gluten humide, correspondant à 14 p. 100 de gluten sec, alors que celle de blé tendre fournit de 27 à 33 p. 100 de gluten humide, correspondant à 9 ou 11 p. 100 de gluten sec.

La farine de blé demi-dur tient le milieu entre les deux précédentes.

VII. — Altérations. — Modifications éprouvées par les farines en vieillissant.

Les farines sont sujettes, avec le temps, à s'altérer. L'humidité, combinée avec la chaleur, en occasionne la fermentation; cette altération est surtout constatée à bord des bâtiments de l'État comme dans les colonies.

Altérations.— En ce qui concerne la farine d'armement destinée à faire campagne, bien qu'entourée de soin dans sa fabrication ainsi que dans sa conservation, elle n'est pas exempte d'altération. En effet, comme à bord des bâtiments, elle est logée à fond de cale, où l'air est saturé d'humidité, et que, d'autre part, elle est soumise à l'influence de la chaleur humide de cette partie du navire, et, en raison aussi de la température élevée des régions tropicales, elle ne tarde pas à fermenter.

Or, que se passe-t-il dans cette altération produite par la chaleur et l'humidité combinées. A la suite de nombreuses expériences, M. le pharmacien militaire Balland (1) a démontré que cette modification, à l'état des farines, devait être attribuée à un ferment spécial naturellement renfermé dans le blé, lequel, d'après l'auteur, résiderait dans la membrane entourant l'embryon (2) et non dans l'embryon, et possède toutes les propriétés des ferments organisés. Insoluble et résistant à la température sèche de 100°, ce ferment n'est détruit que par l'eau bouillante, mais évolue rapidement sous l'influence d'une température chaude et humide.

La température humide de 25°, qui se trouve réalisée fréquemment dans les cales des navires aux colonies, lui convient en particulier. Aussi, dans ces conditions, la farine s'altère-t-elle en passant par les phases suivantes. Elle change de couleur, devient d'un blanc terne, rougeâtre et s'agglomère en petites masses ou marrons de grosseur variable qui durcissent à la surface, en cédant de l'eau à la farine ambiante et dont le centre est le siège de fermentations. La présence de ces marrons suffit pour caractériser une farine avariée.

La farine prend alors une odeur de moisi qui, quelquefois, grâce à la fermentation, s'accompagne d'une odeur acétique putride, ainsi que le fait remarquer M. Cauvet dans son *Essai des farines;* ces odeurs sont le résultat du développement de certains champignons et de véritables réactions chimiques; c'est ainsi que l'odeur du moisi est due au développement des Mucédinées ou champignons des moisissures, Oïdium Aurantiacum, Thamnidium, Penicillium Glaucum, connu encore sous le nom d'Aspergillus Glaucus, Rhizopus Nigricans et

(1) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, t. VIII, p. 504.

(2) Par une mouture bien dirigée, il reste en grande partie dans le son, et la farine en renferme d'autant moins qu'elle est mieux blutée et plus pauvre en son.

Mucor Mucedo, dont on retrouve les espèces dans la farine et les marrons.

L'odeur acétique provient d'une réaction chimique; c'est la série des transformations de l'amidon en dextrine, sucre, alcool, acide acétique. Quant à l'odeur putride, elle provient simplement de la destruction des matières azotées, gluten et albumine.

La farine étant avariée, sa saveur doit s'en ressentir; elle prend le goût de moisi et de plus une saveur acide, amère et nauséabonde, qui produit une sensation d'âcreté désagréable.

Il n'est donc pas surprenant, à la fin d'une longue campagne, de voir verser en magasin d'assez notables quantités de farines d'armement, qui sont plus ou moins avariées et dont on doit tirer le meilleur parti, afin de les utiliser ultérieurement en les mélangeant à de bonnes farines fraîchement fabriquées. Comme nous l'avons dit, ces farines doivent leur altération non à leur mode de fabrication, mais bien au mauvais conditionnement du logement et, sans exception, toutes celles qui ont fait une campagne d'un an seulement, sont dans un état désastreux de pourriture et d'acidité. Le pourtour des quarts présente ordinairement une croûte épaisse de 2 ou 3 centim., et les extrémités sont dans le même état. Cette croûte formée par l'humidité donne un principe de fermentation dans toutes les parties du baril, et on y remarque souvent des champignons et des moisissures dont l'odeur acide, putride ne laisse aucun doute sur les qualités de la farine et sur la destination qui lui est réservée: la destruction.

Lorsque les farines, de retour de campagne, ne sont pas encore trop détériorées, on les utilise en les fractionnant avec celles de bonne qualité; mais, pour cela, il y a lieu tout d'abord de verser le contenu des quarts sur les planchers,

de briser tous les marrons qui existent et qui souvent ont une consistance assez solide pour résister même à une forte pression. On doit ensuite les étendre en couches minces de 5 à 6 centimètres, et les remuer constamment pendant un certain nombre de jours. Cette opération provoque l'évaporation des odeurs particulières que renferment ces farines. Le principe acide disparaît peu à peu; enfin, elles se dessèchent et acquièrent de la légèreté. Il faut les soigner ainsi jusqu'à ce qu'on les juge propres au service. Mais avant de les employer et comme on ne saurait prendre trop de précaution, il est bon de les aérer par un ou plusieurs passages dans les bluteries, afin de les débarrasser des petits marrons qu'elles contiennent, après quoi, on peut s'en servir et les mélanger, selon le degré d'altération, dans une proportion de 25 à 40 p. 100.

Le mélange de ces farines ne donne jamais qu'un pain de couleur terne et la pâte manque d'extensibilité en même temps que le gluten est profondément attaqué.

Parasites.— Mais l'humidité et la chaleur ne sont pas les seules causes d'altération des farines; il nous faut aussi citer les altérations produites par les moutures mal faites, par la trop grande vitesse de rotation de la meule qui échauffe la farine et amène partiellement la désagrégation du gluten, tandis que l'amidon se transforme partiellement en dextrine. La farine ainsi altérée a une odeur d'échauffé.

La farine peut aussi, dans les greniers, être envahie par des parasites nombreux qui l'altèrent et appartiennent surtout à la classe des insectes. Parmi ces derniers, dans les Thysanoures, on peut citer le *Lepisme du sucre* (*Lepisma saccharina*), appelé encore *Poisson d'argent*, *Forbicine*, etc., le *Lepisme Thermophile* (*L. Thermophila*), ainsi appelé parce qu'il recherche la chaleur et se rencontre dans les lieux où la

température est ordinairement de 200°, près de la bouche des fours, au-dessus des fournils, etc.

Mais ces animaux ne sont pas les plus redoutables. Parmi ceux qui occasionnent le plus de dégâts dans les farines, nous trouvons:

1° L'*Acarus de la farine* (*Acarus farinæ*), plus connu sous le nom de *Mite* ou *Ciron*, de la famille des *Aptères ;*

2° Le *Blaps géant*, plus connu sous le nom de *Barbot*, de la famille des *Coléoptères ;*

3° La *Blatte Orientale* (*Kakerlac orientalis*), vulgairement appelée *kakerlac*, *cancrelat* ou *cafard*, qui est un *Orthoptère* et se trouve surtout dans les boulangeries à terre;

4° La *Blatte américaine* (*Kakerlac americana*) qui, appartenant à la même famille, se rencontre principalement à bord des bâtiments;

5° Le *Tenebrion de la farine (Tenebrio molitor)*, très répandu dans les greniers à farine.

Enfin, il faut citer les *papillons* ou *Lépidoptères* de toutes sortes, engendrant de nombreuses larves qui produisent des effets désastreux dans les farines. Parmi ces papillons, les principaux sont: l'*Aglosse*, l'*Asopis* et l'*Ægophove Granelle.* Il convient d'ajouter un autre lépidoptère, l'*Ephestia Kuchniella*, qui a fait l'objet d'une dépêche du Ministre de la guerre, en date du 1er septembre 1885. Ce dernier, difficile à baptiser, attendu qu'il ne se rapproche en rien des espèces connues, fut soumis à l'examen de M. Ragonet, s'occupant surtout des papillons minuscules ou microlépidoptères. Ce savant entomologiste reconnut qu'il s'agissait d'une espèce encore ignorée en France, mais découverte depuis peu d'années en Allemagne. En effet, la présence de cette teigne fut constatée pour la première fois en Europe, en 1879, par Zellos, qui lui donna le nom d'*Ephestia Kuchniella.*

C'est certainement l'ennemi le plus terrible de la farine.

Non seulement il la dévore, la souille de ses déjections, mais les chenilles en retiennent, en les enveloppant de leurs fils de soie, une si grande quantité que, lors du blutage, le rendement peut être diminué de 30 à 40 %.

Le développement de ces insectes se manifeste pendant les chaleurs, et surtout quand la température élevée est humide. Les orages favorisent l'éclosion des œufs, et alors les dégâts ont lieu à l'infini. Si, à ce moment, on n'avait pas le soin de pelleter fréquemment les farines, les insectes et les réactions atmosphériques les modifieraient bien défavorablement, et en particulier le gluten, matière la plus délicate et la plus exposée en même temps, celle sur laquelle on doit le plus compter pour avoir de bons résultats. Il n'existe pas de moyens plus certains que le pelletage, pour préserver les farines conservées sur les planchers de l'invasion des insectes. On peut les éloigner à l'aide de plantes aromatiques, mais aussitôt l'odeur dissipée, les insectes opèrent leur retour. Ce serait d'ailleurs là un procédé défectueux, car les farines elles-mêmes contracteraient cette odeur qui peut être nuisible à la santé, ou tout au moins désagréable au goût.

Les causes d'altérations des farines sont donc nombreuses, car, d'une part, l'humidité et la chaleur les font fermenter, et les parasites les dévorent ou les altèrent. Mais il existe, en outre, des modifications que la farine éprouve en vieillissant.

Vieillissement des farines.— On a tout avantage à n'utiliser les farines qu'après deux ou trois mois de mouture, mais, au-delà, elles ne se bonifient plus et conservent encore quelque temps leurs propriétés ; puis les altérations surviennent. M. Balland, pharmacien de l'armée, s'est occupé particulièrement des altérations subies par le vieillissement et, après maintes analyses quantitatives, effectuées sur différents échantillons de farine de blé dur et de blé tendre, moulues depuis

un temps plus ou moins long, il est arrivé aux conclusions suivantes :

1° La proportion d'eau est peu variable; elle s'élève ou s'abaisse suivant l'état hygrométrique de l'atmosphère, et, dans les conditions ordinaires, peut atteindre de 0,8 à 1 %.

2° Les matières grasses ne subissent pas de variations sensibles dans leur poids quand on opère sur une farine de mouture récente, mais elles perdent leur odeur franche et deviennent rances; elles finissent même par disparaître à peu près (1).

3° Les matières sucrées décroissent aussi, mais ce décroissement n'est pas en rapport avec l'acidité produite, qui varie avec l'essence du blé et est plus rapide pour la farine de blé tendre que pour celle de blé dur.

Cette acidité normale, qui, évaluée en acide sulfurique monohydraté pour les farines provenant de blés sains et ayant moins de 3 mois de mouture, paraît osciller entre 0,015 et 0,040 %, soit 15 à 40 gr. par quintal métrique, peut s'élever, d'après M. Balland, de 20 à 120 gr. par quintal métrique pour les blés tendres, et de 20 à 70 gr. pour les blés durs. Elle semble se rattacher, en effet, aux modifications éprouvées par les matières albuminoïdes qui, au début, sont presque à l'état de gluten insoluble, et qui, peu à peu, se désagrègent sans perdre de leur poids. Le gluten se fluidifie et disparaît avec ses propriétés. Ceci semble confirmé, en ce que les farines, dont le taux de blutage est peu élevé, ont toujours plus d'acidité, car elles contiennent plus de ligneux, de matières grasses et sucrées et de gluten, et, par suite, se conservent mal. De plus, si on dose dans une farine le gluten, on voit sa proportion diminuer avec le temps; c'est ainsi que M. Campana, pharmacien de la marine, a observé à deux

(1) *Journal de pharmacie et chimie*, t. XI, p. 78, année 1885.

reprises, en Nouvelle-Calédonie, que les blés de bonne qualité venant d'Adélaïde lui ont donné 14 % de gluten sec, alors que les farines provenant des mêmes blés, conservées dans un endroit bien sec, en présentaient, un an après, 10 % seulement; il y avait donc perte de gluten, c'est-à-dire modification éprouvée par la farine en vieillissant. Nous devons, en outre, ajouter à ces altérations la production d'alcaloïdes dans les farines ayant une certaine date de fabrication. Ces alcaloïdes, que M. Balland a mis en évidence par une opération bien simple indiquée plus loin, augmentent en proportion au fur et à mesure que la farine vieillit, et la rendent des plus dangereuses. C'est ainsi qu'en se servant de pâtons, préparés avec des farines mêlées à des alcaloïdes, extraits de vieilles farines avariées, ce pharmacien militaire a pu empoisonner des oiseaux et les faire mourir en quelques minutes. La présence de ces alcaloïdes permet donc d'expliquer les accidents nombreux dus à la préparation du pain avec les farines vieilles, et mis sur le compte de pains défectueux. Quant à la production de ces alcaloïdes, elle proviendrait, pour M. Balland, comme l'acidité, de la transformation du gluten, sous l'influence de l'action du ferment naturel du blé.

VIII. — Conservation des farines.

La manière dont la marine conserve ses farines au port de Toulon varie suivant leur affectation. Celles de journalier, dont la durée de conservation ne dépasse point quatre ou cinq mois, sont placées dans un local sec et suffisamment aéré par des ouvertures mobiles. Elles sont étendues sur un parquet par couches de 0^m50 à 0^m60 de hauteur, à une

certaine distance des murailles, afin de prévenir tout contact d'humidité. C'est par le pelletage fréquemment répété, en été surtout, que l'on prévient la fermentation des farines. Mais ce mode de procéder offre cependant l'inconvénient de les exposer aux variations atmosphériques, à la poussière, en permettant un libre accès aux insectes. Ainsi soignées, ces farines perdent de leur humidité et prennent de la main, c'est-à-dire deviennent douces et glissantes.

Les farines d'armement, au contraire, sont placées dans des fûts. Nous dirons quelques mots au sujet du degré d'hydratation qu'elles doivent présenter au moment de cette opération. En effet, à la sortie des moulins, elles renferment de l'eau de germination qui peut atteindre jusqu'à 18 % et qui est, en quelque sorte, unie avec l'amidon formant une espèce d'hydrate. De plus, suivant le milieu dans lequel les farines se trouvent, elles peuvent emprunter de l'humidité à l'atmosphère. Or, l'eau est une cause d'altération ; car une farine humide fermente vite sous l'influence de la chaleur. D'un autre côté, une certaine quantité d'eau est nécessaire à la farine pour la panification. Quel degré d'hydratation choisir alors pour les farines? Jusqu'en 1855, la marine, qui s'approvisionnait à l'industrie, ne faisait nullement mention dans ses marchés du degré d'hydratation que la farine ne devait pas dépasser. C'était permettre aux fournisseurs de frauder sur le poids par l'addition d'eau. Frappée de ces inconvénients, l'autorité supérieure nomma au port de Toulon une Commission spéciale composée de 4 membres qui, après des expériences comparatives de panification avec des farines étuvées à 3 %, 8 %, 10 %, 12 % d'humidité et des comparaisons de siccité avec des farines d'armement provenant de remises faites par les bâtiments ayant un certain temps de campagne, déduisit de ses expériences: *que les farines conte-*

nant moins de 10 % et plus de 13 % d'eau n'étaient pas susceptibles de se garder longtemps, ni aptes à une bonne panification.

Dès lors, on spécifia dans les marchés la limite extrême de 13 % qui, en 1859, fut réduite à 12 %.

Quant à la farine d'armement que Toulon fabrique dans sa meunerie, elle est l'objet d'une dessiccation spéciale, lente et graduelle. Placées sur le plancher en couches de 30 cent., ces farines sont fréquemment retournées et, au bout de vingt jours en été et d'un mois en hiver, elles sont assez sèches pour être logées en quarts, opération qui n'a lieu que quand l'analyse chimique, faite au laboratoire du port, a démontré qu'elles ont gardé de 11 à 11,5 % au plus d'humidité (1).

C'est là le mode de dessiccation adopté par la marine, qui ne se sert jamais de l'étuvage (2) pratiqué souvent dans le commerce; car, par l'étuvage, on n'obtient pas toujours de bons résultats, attendu que les farines, desséchées par ce procédé, reprennent en peu de temps, par leur exposition à l'air libre, la quantité d'eau qui leur a été enlevée.

Comment opère-t-on l'embarillage? Brest opère mécaniquement; il n'en est pas de même au port de Toulon. En effet, dans cette localité, la farine d'armement qui, à l'analyse n'accuse plus que 11 % d'humidité, est ensachée et les sacs sont réglés à 50 kil. Puis, on prépare cinq bandes de papier, dont deux de 53 cent. carrés sont destinées à garnir le fond; les trois autres servent à tapisser le quart dans sa hauteur. Elles mesurent ensemble $1^{m}87$ de largeur sur $0^{m}80$ de hau-

(1) Le degré d'hydratation, présenté par les farines, varie avec le port, attendu que l'essence de blé et le lieu de culture varient, et de plus la dessiccation lente et graduelle qui permet à Toulon d'obtenir les farines d'armement jusqu'à 10 p. 100 est rendue difficile dans les ports du nord par des raisons climatériques.

(2) L'étuvage est une opération proscrite dans la marine, car elle est difficile à conduire et demande à être surveillée, sous peine de brûler les farines.

teur, et sont tenues assez longues pour que chaque extrémité puisse se rabattre sur les laizes du fond.

Le quart qui est en bois de hêtre, de la contenance de 100 kil. et affecte la forme d'un tonnelet, est défoncé à un de ses bouts ; ensuite, les côtés et le fond étant garnis de papier, on introduit la farine en trois ou quatre fois, selon la dimension du récipient. Le tassement s'opère au moyen d'une demoiselle. A chaque tassement partiel, la farine est recouverte d'une toile pour l'empêcher de sortir du quart. L'opération terminée, on enveloppe la farine avec la deuxième bande de fond, en ayant soin de rabattre sur cette dernière le bout des bandes latérales. Le quart est ensuite livré au tonnelier pour être foncé.

Mais à cette méthode peu expéditive et coûteuse employée à Toulon, il y aurait lieu de chercher à substituer un procédé mécanique. On pourrait, par exemple, placer dans un baril vide un anneau en bois, ayant une hauteur égale au quart de celle du baril, de manière à augmenter de cette proportion la capacité de celui-ci : on remplirait alors le tout de farine, que l'on mettrait ensuite sous un piston opérant le tassement de la farine. Ce piston serait mis en mouvement jusqu'à ce que toute la farine soit entrée dans le baril, ce qui correspond à une réduction de un quart du volume primitif.

Afin de remédier aux inconvénients résultant pour les farines d'armement de leur long séjour à bord, on avait proposé quelquefois, pour les navires en stations lointaines, d'acheter la farine sur place, plutôt que de la faire venir de France, à grands frais, au risque de la trouver détériorée à son arrivée. Cependant, hâtons-nous de dire qu'on a renoncé à ce mode de faire, qui n'est pas toujours praticable, attendu que toutes les stations n'offrent pas des ressources de ce genre et que, de plus, ce procédé, à la suite d'une remarque de la Commission de révision du règlement d'armement, a motivé

la circulaire ministérielle du 21 septembre 1872, dans laquelle le Ministre « *invite autant que possible à confectionner le »pain à bord avec la farine d'armement, et à adresser en France, »en temps opportun, la demande de farines dont le prix de revient »sur place est supérieur à celui de la métropole.* »

On a essayé, à différentes époques, de placer la farine dans des récipients métalliques et, tout dernièrement encore, M. le Contre-Amiral commandant la Division de l'Atlantique sud, demandait que la farine et les biscuits expédiés par la métropole fussent placés dans des caisses de fer-blanc soudées à l'étain. Cette idée des récipients n'est pas une conception nouvelle (1), et, dès 1825, le Ministre de la marine recommandait de loger le biscuit dans des caisses en tôle. En 1849, M. Dutemple, lieutenant de vaisseau, remplaçait ces dernières par des récipients cubiques en tôle, susceptibles de se replier sur eux-mêmes une fois vides et de n'occuper que le $^1/_{10}$ de leur volume primitif. Mais ce système avait le double inconvénient de coûter cher, sans offrir des garanties de solidité. Dans le courant de 1863, une Commission, chargée d'étudier dans les ports la question des récipients métalliques, fit ressortir de son étude un prix de revient tellement élevé, qu'on renonça à l'emploi des récipients de cette nature. Depuis cette époque, les expéditions sur les côtes occidentales d'Afrique furent faites dans des quarts comme par le passé. Cela dura jusqu'en juillet 1870, date à laquelle le port de Toulon reçut l'ordre du Ministre de préparer un envoi pour Mayotte, dans des « caisses en fer-blanc ou en zinc bien soudées et recouvertes de caisses en bois. » Les envois subséquents

(1) Kéraudren, ancien inspecteur général du service de santé de la marine, avait proposé d'enfermer les farines destinées à faire campagne dans des caisses en tôle, qu'il conseilla de remplacer plus tard par des quarts doublés intérieurement de zinc. Ce procédé parut tout d'abord donner quelques bons résultats, puis fut abandonné.

furent faits dans des quarts en bois, et c'est là le mode actuellement usité.

En effet, l'emploi des récipients métalliques a l'inconvénient: 1° de coûter fort cher; 2° de se détériorer par l'oxydation, de se dessouder et, avec les accidents inséparables d'un mouvement d'embarquement et de débarquement, une bonne partie retournerait au port dans un état tel, qu'il vaudrait mieux les verser aux Domaines que d'en entreprendre la réparation. De plus, on est en droit de se demander si la farine renfermée dans les récipients métalliques est bien soustraite à la fermentation. Les causes (chaleur et humidité) existant, la farine devra à la longue fermenter; et des observations faites à la manutention de Toulon, sur des farines renfermées dans des caisses métalliques et remises par des bâtiments de retour de campagne, il a presque toujours été constaté que les farines ainsi logées contractent une consistance calcaire et se présentent en agglomérés d'une cohésion telle, qu'il serait impossible de les désagréger sans le secours des rouleaux ou même des meules. Leur goût tire à l'aigre, et le centre de la masse présente des veines de moisissures. Il y a évidemment échauffement et fermentation. L'échauffement peut provenir de l'élévation de température produite par le tassement de la farine; en outre, cette dernière renferme de 10 à 12 % d'eau, et le zinc ou le fer sont bons conducteurs de la chaleur, ce qui constitue autant de conditions favorables pour la fermentation. L'emploi des quarts en bois offre plus d'avantages. D'abord, au point de vue économique, ces fûts seront décerclés et renvoyés au port d'expédition, où ils seront remontés à peu de frais; ensuite, au point de vue de la conservation de la farine, si, d'une part, celle-ci est bien faite, bien desséchée et provient de blés de bonne qualité, et, d'autre part, si tous les soins d'embarillage sont bien observés, elle peut traverser les mers et affronter

sans avaries *les longs voyages nautiques*, à la condition de ne pas placer les quarts dans les compartiments des bâtiments dont la température est élevée en même temps que humide, ce qui est bien difficile, en raison du logement affecté aux vivres à bord. D'ailleurs, nous rappellerons que le barillage est le procédé qu'emploient les Américains, dont les produits rayonnent sur toutes les parties du Globe.

Ce sont les seules raisons qui ont prévalu pour continuer, dans des quarts en bois de *hêtre*, les envois de farine d'armement aux colonies et leur embarquement sur des navires appelés à faire campagne.

Des achats de farines au commerce par la marine.

Dans le cas où la marine achète ses farines à l'industrie, les fournitures sont faites par voie d'adjudication, sur soumissions cachetées, en tenant compte des conditions énumérées dans un cahier des charges, dont une expédition est déposée au ministère de la marine. Ce document comprend les conditions de la fourniture, du cautionnement, etc., qui sont énumérées dans différents articles. Les articles concernant le pharmacien de la marine sont afférents aux moyens employés pour apprécier la pureté de la farine, sa qualité, son degré d'hygrométricité (1), sa proportion de gluten.

Ces farines livrées, d'après le cahier des charges, dans des quarts ou barils pour les farines d'armement, sont examinées par la Commission des Recettes, composée de 5 officiers (2), qui en prononce l'admission ou le rejet.

(1) Le degré d'hygrométricité et le taux d'épurement varient avec le port.

(1) 1 officier de marine, 1 officier manutentionnaire. 1 commissaire et 2 officiers du Corps de santé, dont un médecin et un pharmacien, le tout en présence d'un inspecteur des Services administratifs.

Quelques échantillons de ces farines sont envoyés au laboratoire à l'effet d'y être soumis aux épreuves chimiques, qui auront pour but de vérifier l'humidité, la proportion et la qualité du gluten, et de voir si les farines sont pures et ne renferment aucun élément étranger.

Quant à la date de fabrication, l'on pourra la déterminer approximativement par le dosage de l'acidité et des matières grasses, sucrées, etc., et la diminution de gluten. Enfin, le dosage du ligneux ou son par la méthode chimique permettra, jusqu'à un certain point, de vérifier le taux d'épurement.

Disons, toutefois, que ces questions sont plutôt du ressort des officiers manutentionnaires, très compétents en la matière; pour le pharmacien-expert, la question la plus importante à résoudre est l'absence de toute farine étrangère (céréales, légumineuses, fécules, matières minérales), le dosage de l'humidité, du gluten et la qualité de ce dernier. C'est en se basant, d'une part, sur le résultat de l'analyse chimique, et, d'autre part, sur les expériences comparatives de panification faites avec des farines en magasin et de celles présentées par les fournisseurs, que la Commission des recettes prononce l'admission ou le rejet de ces dernières.

Dans le cas de rejet, les farines, d'après le cahier des charges, doivent être enlevées des salles de dépôt par les soins de l'adjudicataire, dans le délai de cinq jours, et remplacées avant l'expiration de trente jours, sous peine de voir le cautionnement saisi; et s'il y a sophistication, le marché est résilié, le cautionnement saisi et le fournisseur poursuivi devant les tribunaux.

DEUXIÈME PARTIE.

Analyse des farines.

IMPURETÉS, FRAUDES, ALTÉRATIONS. — MOYENS DE LES RECONNAITRE.

Le pharmacien de la marine, consulté journellement par la Commission des recettes sur la qualité et la pureté des farines fournies en vertu des marchés, nous résumerons dans cette deuxième partie de notre travail la marche à suivre pour arriver à conclure soit à l'acceptation, soit au rejet de ces farines.

Acceptation.

Laissant de côté les farines fabriquées dans les arsenaux, provenant de blés de bonne qualité, précédemment reçus par une Commission, nous ne nous occuperons que de celles fournies par le commerce, indiquant rapidement, dans ce but, les nombreuses opérations qui constituent l'analyse complète de la farine.

Ces travaux, qui nécessitent du pharmacien une attention soutenue et une grande habitude, sont longs et compliqués. Aussi, ne pouvant entrer dans de grands détails, nous nous contenterons de les indiquer sommairement.

Dans toute analyse, l'expert commencera par examiner soigneusement les caractères physiques de l'échantillon et passera ensuite au dosage de l'humidité, des cendres, du

gluten, etc., notant avec soin les caractères de ces éléments et terminant par l'examen microscopique de l'amidon. C'est le résultat de toutes ces opérations qui lui permettra de fixer le valeur du produit.

Dosage de l'humidité. — Dessécher 10 gr. de farine à 100° à l'aide de l'étuve de Gay-Lussac, jusqu'à ce qu'ils ne perdent plus de poids, et peser. La différence de poids indique la quantité d'eau.

Dosage des cendres. — Prendre 5 gr. de farine préalablement desséchée; incinérer dans une capsule en platine et peser le résidu. Dans la farine de blé pur, le poids des cendres est faible (1) et ne dépasse jamais 2 p. 100, proportion qui est même fixée par Poggiale à 1,10 p. 100, par Millon à 1,02 p. 100, par Louyet à 0,80 p. 100. Notons, toutefois, que ces différences peuvent être expliquées par le taux de blutage de la farine qui influe sur le poids des cendres.

Dans cette opération, la température doit être portée progressivement jusqu'au rouge sombre; car la fusibilité des cendres fait qu'une partie du charbon formé est englobée de matières minérales et ne peut brûler au contact de l'air.

Dosage du gluten. — La valeur d'une farine dépendant de la qualité et de la proportion du gluten, son dosage est une des opérations les plus importantes. Pour cela, divers procédés peuvent être employés. Nous citerons entr'autres le procédé à l'aide de *l'appréciateur des farines de Robine.* basé sur la solubilité du gluten et de l'albumine de la farine dans l'acide acétique étendu, et sur la densité de la solution

(1) La farine provenant de la mouture par les meules renferme une petite quantité de silice, de chaux, d'alumine provenant de l'usure des meules.

obtenue d'autant plus grande, qu'on a eu une dissolution plus importante de gluten et de matières albumineuses.

Ce procédé étant plutôt du ressort commercial que de celui du laboratoire, nous n'entrerons pas dans sa description, nous réservant de décrire le procédé classique, d'ailleurs seul employé dans les laboratoires de la marine.

On sépare par malaxation, sous un filet d'eau courante, l'amidon du gluten, et on pèse ce dernier après dessiccation.

Mais ici se placent quelques observations. Dans le cas des farines altérées ou fraudées par les légumineuses, le gluten, peu consistant, s'échappe toujours plus ou moins avec l'amidon; d'autre part, le gluten, retenant toujours un peu de matières grasses, des sels, du ligneux, accusera un poids légèrement plus fort, ainsi qu'il résulte des expériences de Balland (1).

Enfin, la proportion de gluten obtenue à l'analyse dépend du temps de repos accordé au pâton avant d'être malaxé. Car, comme l'ont prouvé MM. Bénard et Girardin, et plus tard Balland, la proportion de ce principe augmente à mesure que le temps de repos du pâton est plus grand et atteint un maximum (2) qui varie avec la mouture du blé et le degré

(1) 10 gr. de gluten renferment approximativement 0.30 de matières grasses, 0.10 de son et 0,10 de cendres.

(2) Balland, à la suite d'expériences entreprises à ce sujet sur des échantillons de farine de blé dur et de blé tendre ayant deux mois de mouture, a obtenu les résultats suivants :

	Farines de blé dur des Indes, blutées à 12 p. 100.			Farines de blé tendre blutées à 20 p. 100.	
	H	I	II	Amérique	Pologne
Gluten p. 100 après	1/2	36	39	28	37.5
—	1	38	40	28.5	»
—	2	39.2	44	29	40
—	3	38.3	42	31	»
—	4	38.4	39	32	»
—	5	»	»	31	»
—	6	»	34	»	»
—	7	»	»	»	»
—	8	»	»	»	30 5

d'affleurement de la farine. Ce maximum obtenu, la proportion du gluten décroît progressivement, tandis que l'acidité augmente.

D'après cette dernière remarque, nous conseillerons comme temps limite de repos accordé au pâton, une heure, temps fixé par MM. Bénard et Girardin.

Caractères du gluten.— Une fois extrait, l'expert examinera avec soin les caractères du gluten car, variant avec la qualité, la falsification et l'altération de la farine, leur étude sera, comme nous le verrons plus loin, des plus intéressantes.

Provenant d'une farine de bonne qualité, ce gluten formera une substance d'un blanc grisâtre, molle, tenace, très élastique, possédant une odeur fade. A l'état frais, la proportion d'eau qu'il renferme variera suivant qu'on l'a plus ou moins comprimé. Aussi ne doit-on doser le gluten qu'après dessiccation préalable à l'étuve.

Sec, ce gluten aura alors une texture feuilletée et cornée et sera d'un blond-jaunâtre. Sa cassure sera brillante et translucide. Desséché, son poids sera environ le tiers de celui à l'état frais. Mais ce rapport subissant de nombreuses variations, surtout lorsqu'on s'occupe des farines altérées, sa dessiccation à l'étuve est préférable.

A ces caractères, nous joindrons celui de la dilatabilité que le gluten présente à l'état frais. En effet, sous l'influence d'une température élevée, ce gluten se dilatera plus ou moins, suivant qu'il sera de bonne ou de mauvaise qualité.

Signalons pour mémoire *l'aleuromètre de Boland*, imaginé en 1836, peu usité dans les laboratoires.

Examen et dosage de l'amidon. — Ces résultats obtenus, l'expert pratiquera l'examen microscopique de l'amidon à la lumière solaire et à la lumière polarisée, examens qui lui

fourniront la certitude d'absence de toute fraude et qui lui permettront de voir si le blé, qui a servi de base à la préparation de la farine, n'avait pas déjà subi un commencement de germination. En effet, dans ce dernier cas, les grains d'amidon apparaîtront très altérés, laissant voir nettement le hile et de nombreuses couches concentriques pour les moins attaqués, et des vides nombreux, des trous, des cavités ramifiées, pénétrant dans les couches superposées pour les plus détériorés.

Le dosage sera ensuite effectué, soit directement en prenant le poids à l'état sec de l'amidon obtenu dans l'extraction du gluten, soit indirectement en le transformant, au moyen d'un acide fort, en glucose, que l'on dosera après.

La saccharification de l'amidon offrant plus de précision, nous indiquerons rapidement la marche à suivre; 2 gr. de farine seront délayés dans 500^{cc} qui, après addition de 25 à 30^{cc} d'acide chlorhydrique, seront portés à l'ébullition jusqu'à ce qu'une goutte de liquide placée dans une soucoupe de porcelaine ne bleuisse plus par l'eau iodée. La transformation de l'amidon en glucose étant complète, on laissera refroidir la liqueur sucrée, que l'on complètera à 500^{cc} avec de l'eau et que l'on dosera à la manière ordinaire soit au polarimètre, soit par la liqueur de Fehling; le poids de l'amidon se déduira facilement du glucose trouvé, en se basant sur ce que 90 parties d'amidon ($C^6H^{10}O^5$) donnent 100 parties de glucose ($C^6H^{12}O^6$).

$$C^6H^{10}O^5 + H^2O = C^6H^{12}O^6$$

Dosage de l'azote total.— A ces dosages, déjà nombreux, nous devrions ajouter celui de l'azote total, conseillé par Rivet en 1856. Mais hâtons-nous de dire que sa valeur est bien faible, car, dans une farine sophistiquée soit par une céréale,

soit par une légumineuse, le dosage de l'azote porte tout aussi bien sur celui du blé que sur celui des céréales ou de la légumine. Aussi, avant de le pratiquer par les procédés ordinaires, soit à l'état d'ammoniaque (Will et Warentrapp), soit à l'état de gaz (Dumas), doit-on s'assurer de l'absence de toute farine étrangère.

Dosage du son ou ligneux.— Le son ou ligneux étant une véritable cause d'altération pour les farines, le pharmacien de la marine devra s'assurer qu'elles n'en renferment point. Pour cela, aux différents procédés proposés, nous conseillerons de substituer celui de Balland, qui n'est autre que le procédé Millon modifié, qui consiste à placer dans un ballon 25 gr. de farine avec 150 gr. d'eau acidulée à 1/20 par de l'acide chlorhydrique fumant, et à porter le tout à l'ébullition pendant 20 minutes. Après quoi, on jette le magma sur un filtre sans plis.

Au bout de 24 heures, le filtre encore humide est étalé et le résidu, enlevé à l'aide d'une spatule en platine, est replacé dans le même ballon avec 100 gr. de lessive de potasse caustique à 1/10 et porté pendant 20 minutes à l'ébullition. Au bout de ce laps de temps, le tout est reversé sur un nouveau filtre sans plis, qui retient le dépôt. Le ballon lavé à l'eau chaude jusqu'à cessation de saveur lixivielle et les eaux de lavage versées dans le filtre sur le précipité, on laisse égoutter le dépôt, dont on reprend ensuite le lavage avec de l'alcool fort et finalement avec de l'éther. Le ligneux encore humide est alors enlevé, étendu sur une plaque tarée, porté à l'étuve à 100° et finalement pesé.

Dans cette opération, l'action combinée de la chaleur et de l'acide chlorhydrique épaissit la farine qui se fluidifie peu à peu en se boursouflant, et l'amidon, transformé premièrement en empois, disparaît complètement, ainsi que l'eau iodée permet de le constater.

Le résidu retenu sur le filtre ne renferme plus alors que du ligneux et de la matière azotée, que la solution de potasse dissoudra en produisant une écume plus ou moins forte. Le résidu est bien alors du ligneux pur, dont la balance indiquera le poids.

Remarquons que le lavage du dépôt devra être fait avec soin, successivement à l'eau, à l'alcool et à l'éther, lavages qui le priveront des sels et de la matière grasse qu'il retient toujours facilement. Grisâtre pour la farine, ce ligneux est plus ou moins brun pour les issues.

Impuretés et Falsifications.

Impuretés.— Des impuretés d'origine organique ou minérale existent souvent dans les farines. Les unes, minérales, consistent tantôt en silice provenant d'une meule neuve, tantôt en de la terre et des cailloux brisés que le lavage ou le criblage n'ont pas enlevés. Les autres, de nature organique, sont formées par des farines étrangères, ayant pour origine les graines des plantes qui, dans les champs, avoisinent le blé et, au moment de la récolte, sont fauchées avec. On comprend donc très bien qu'un criblage défectueux puisse introduire dans la farine ces semences, tandis qu'un défaut de lavage du grain laisse subsister les sporules des champignons inférieurs (*Rubigo vera*, *Uredo linearis*, *Puccinia graminis*, *Ustilago carbo, Ustilago caries*), dont le développement constitue la Rouille, la Puccinie, le Charbon et la Carie, véritables fléaux qui ravagent le blé.

Si la plupart de ces impuretés, qui d'ailleurs n'existent qu'en faibles proportions dans la farine de blé, sont sans importance, il en est quelques-unes qui, en revanche, sont dangereuses et peuvent déterminer, par leurs semences, des

accidents ; nous voulons parler de l'Ivraie, de la Nielle, de la Rougelle, des Moutardes, de l'Ergot, etc.

Aussi, l'expert devra-t-il avec soin rechercher ces impuretés au moyen du microscope, qui lui permettra d'étudier la structure des débris des semences étrangères, ainsi que la forme, les dimensions et les propriétés des grains d'amidon de ces différentes plantes ; quelques caractères ou réactions chimiques seront là pour compléter ses recherches.

Ne pouvant, vu le cadre restreint de notre travail, faire une étude complète de la structure des semences et des grains d'amidon de ces diverses plantes, nous nous contenterons de signaler les réactions chimiques, renvoyant le lecteur au petit ouvrage de M. Cauvet (1), pour la description de la structure des semences.

Ivraie (*Lolium Temulentum*. F. Graminées). — Mélangée à de la farine de blé, l'ivraie occasionne des vomissements, des vertiges, de l'ivresse. C'est d'ailleurs à la suite d'un accident déterminé chez des femmes par du pain fabriqué avec cette farine, que Giovanni Ruspini, se livrant à des recherches, donna le procédé suivant d'investigation :

On traite par l'alcool à 35° la farine qui, dans le cas où elle renferme de l'Ivraie, communique au liquide une couleur verdâtre, se fonçant de plus en plus, et une saveur astringente, nauséabonde, désagréable.

L'évaporation de l'alcool donne, en outre, une résine jaune-verdâtre, possédant les caractères de la teinture, mais à un degré plus élevé.

Nielle (*Agrostemma Githago*). — Renfermant beaucoup de saponine, principe âcre et brûlant, les semences de cette

(1) Procédé pratique pour l'essai des farines.

plante communiquent à la farine de blé une saveur âcre et irritante que l'on retrouve dans le pain.

Bouillie avec l'eau, la farine niellée communique au liquide un goût plus ou moins âcre; $^1/_{50}$ suffit même pour ajouter à l'âcreté de l'eau, de la chaleur et de l'irritation.

L'éther, mis en contact prolongé avec la farine, se colore en jaune, dont l'intensité varie avec la proportion de Nielle que renferme le mélange, et par l'évaporation, l'éther fournit une huile jaune foncé, âcre, d'une saveur désagréable de cuir gras, dont la proportion peut s'élever à 0,6 p. 100 de la farine niellée. La farine de blé pur donne, par le même traitement, 0,4 p. 100 d'une huile douce, un peu colorée (Legrip).

Rougelle ou blé de vache (*Melampyrum arvense*). — La farine de cette plante, mêlée à celle du blé, lui communiquerait des propriétés malfaisantes.

Dizé (1829) conseille, pour en découvrir la présence, de pétrir 15 gr. de farine suspecte avec une quantité suffisante d'acide acétique, étendue de deux tiers d'eau. Ceci fait, la pâte molle obtenue est chauffée graduellement dans une cuiller d'argent, jusqu'à évaporation complète de l'eau et de l'acide. Le petit morceau de pâte se détache alors de la cuiller et, coupé au couteau, la section apparaît d'un rouge violacé, d'autant plus intense que la proportion de farine est plus forte.

Moutardes (*Sinapis alba, Sin. nigra, Sin. arvensis.* F. Crucifères). — Ces semences ou chicotins, non dangereuses, communiquent au pain un goût âcre et brûlant fort désagréable.

L'examen microscopique nous montre les grains de cette fécule qui affectent la forme polyédrique ou arrondie, mesu-

rant en moyenne $0^{mm}00555$ et une forte quantité d'huile sous la forme de gouttelettes accompagnées d'amas alenriques.

Ergot (*Sclérote du Claviceps purpurea*). — Laissant de côté la recherche des autres plantes qui, par leur mélange à la farine, constituent des impuretés peu dangereuses, nous examinerons les farines ergotées. Champignon Pyrenomycète du groupe des Ascomycètes; l'Ergot est parasite d'un grand nombre de Graminées, en particulier du seigle, de l'orge et du froment, dont il envahit l'ovaire. A la mouture, le grain attaqué donnera donc une farine ergotée, fournissant un pain réputé dangereux et longtemps regardé comme l'origine d'une maladie fréquente et désastreuse au moyen-âge; nous voulons parler de l'*Ergotisme*, connu à l'époque sous le nom de *Feu des Ardents*, *Feu de Saint-Antoine*.

Rare de nos jours, cette maladie apparaît encore cependant quelquefois, tantôt sous forme d'ergotisme gangréneux, surtout dans l'ouest de l'Europe, tantôt sous la forme d'ergotisme convulsif en Russie.

Longtemps ignorées, les causes de l'ergotisme semblent avoir été trouvées dernièrement à la suite d'une épidémie meurtrière d'ergotisme convulsif, qui ravagea la Russie en 1881. En effet, M. A. Poehl, membre d'une Commission officielle chargée d'examiner les causes, fit observer, à la suite de différentes expériences, qu'il n'y avait rien de commun entre l'épidémie et la présence de l'ergot dans la farine, et remarquant que les accidents en question se reproduisaient par l'emploi des farines riches en gluten et manifestement fermentées, il conclut, sans toutefois fournir une preuve bien certaine, que cet ergotisme résultait du développement dans la farine d'alcaloïdes analogues aux ptomaines engendrés au détriment des matières albuminoïdes. La présence de l'ergot dans la farine ne ferait guère, d'après

M. Poehl, que faciliter la peptonisation du gluten qui joue un grand rôle dans la destruction des matières albuminoïdes par les ferments et dans la production à leurs dépens des alcaloïdes.

Quoi qu'il en soit, la présence de ce champignon devra, par tous les moyens, être recherchée par l'expert. Pour cela, divers procédés sont employés :

Laneau (1854) conseille de traiter la farine suspecte par de l'eau alcaline, qui s'emparera de la matière colorante violacée de l'ergot. Traitée par les acides, cette matière passera au rouge rougeâtre et sera ramenée à sa couleur primitive violacée par les alcalis.

Elsner et Wetstein, ayant fait des essais sur de la farine ergotée à 1 p. 100, se basent sur la coloration rosée que prend la farine quand on la mouille avec de l'eau, et sur l'odeur de saumure ou de hareng (1) qu'elle exhale par son contact avec une solution concentrée de potasse caustique (D = 1,33).

Jacoby (1866) traite à deux reprises 10 gr. de farine par 30 gr. d'alcool bouillant, dans le but d'enlever les matières grasses.

Décantant le liquide, l'auteur exprime ensuite le résidu, qu'il agite avec 10 gr. d'alcool à 90° et qu'il abandonne après le repos. Le liquide décanté est alors agité vivement avec 10 ou 20 gouttes d'acide sulfurique dilué qui le colore en rouge, dont l'intensité varie avec la proportion d'ergot. L'alcool resterait incolore dans le cas où la farine serait pure. On peut encore doser l'huile extraite par le sulfure de carbone, se basant sur ce que l'ergot en renferme 30 p. 100, alors que la farine pure n'en contient guère que 0,4 p. 100.

(1) Un quart d'heure de contact suffit pour développer cette odeur, qui est due à la mise en liberté de la triméthylamine.

L'essai des propriétés toxiques du résidu, qui renferme la majeure partie de la résine, pourra encore servir de contre-épreuve.

Enfin, à tous ces procédés, nous ajouterons, pour terminer, celui donné en 1880 par MM. Wolff, E. Hoffman et Pétri, dont la sensibilité permet de déceler des traces d'ergot dans la farine.

Ce procédé, basé sur la propriété que possède la matière colorante d'ergot de seigle, en solution éthérée concentrée, d'absorber toute la partie réfrangible au-delà de la raie D, exige l'emploi d'un spectroscope et se pratique de la manière suivante:

Remplissant avec la solution colorée une petite auge en verre, qu'on interpose entre la flamme d'un bec de Bunsen, brûlant en bleu, et le collimateur, l'œil aperçoit dans la lunette les bandes d'absorption caractéristique, c'est-à-dire la disparition de tous les rayons réfrangibles du spectre au-delà de la raie D.

Quant à la préparation de la solution colorée, on la pratique en épuisant un peu de farine, à froid, par l'éther, ou à chaud par l'alcool, qui dissolvent la majeure partie des principes colorants. On décante le liquide et, lavant le résidu avec un peu d'éther, on traite ce dernier par de l'éther additionné d'un peu d'acide sulfurique. C'est cette dernière solution qui est examinée au spectroscope.

Hoffman conseille cependant de traiter la liqueur éthérée acide par du bicarbonate de soude qui, s'emparant de la matière colorante de l'ergot, se colore en bleu, tandis que la couche éthérée supérieure retient les principes colorants de la farine. Il suffit alors de décanter la solution alcaline de la farine et de l'aciduler par de l'acide sulfurique, pour remettre en liberté la matière colorante de l'ergot, qu'un peu

d'éther redissoudra. C'est cette dernière solution que M. Hoffman examine au spectroscope.

Falsifications. — Outre les impuretés purement accidentelles que les farines peuvent renfermer, le fournisseur y introduit fréquemment, dans un but de fraude, des matières minérales lourdes ou des farines étrangères de qualité inférieure.

Les matières minérales les plus employées sont: les os calcinés moulus, le sable, la craie, le plâtre, l'albâtre, la chaux, les carbonates de magnésie, de soude, le sulfate de baryte, la porcelaine pulvérisée, l'alun, le sulfate de cuivre, etc., etc., dont la proportion varie et peut être même assez grande, sauf pour les deux derniers, dont le but est de rehausser la qualité de la farine.

Les farines ajoutées appartiennent généralement aux plantes de la famille des Graminées et des Légumineuses, auxquelles il faut adjoindre la fécule de Pomme de terre, le Sagou, le Sarrazin ou blé noir, l'Arrow-root, etc. Au point de vue sanitaire, la sophistication par les céréales ou par les légumineuses n'offre aucun inconvénient, car personne n'ignore le rôle important que ces plantes farineuses jouent dans l'alimentation. Lefèvre, dans son *Histoire du service de santé de la marine*, cite même la proposition, faite en 1870, au Ministre de la marine par un manutentionnaire, d'introduire 1/3 de seigle dans la confection du pain de journalier des équipages, proportion qui, réduite peu après à 1/4, fut abandonnée. Déjà bien avant, en 1784, un médecin en avait préconisé l'introduction, dans le pain et biscuit nautique, comme rafraîchissant, mais cette idée n'avait pas reçu d'application.

Si ces mélanges sont inoffensifs, la pauvreté en gluten des farines ajoutées rendent celle du blé moins nutritive, et c'est

là surtout que la fraude devient vol. En outre, comme l'ont prouvé des essais de panification (1) entrepris par M. Mondielli, officier principal, chef de la manutention militaire de Lyon, le pain résultant de la farine mélangée aux diverses céréales est moins blanc, moins nutritif, d'une digestion souvent difficile et, par suite, inférieur au pain de froment pur. Quant au pain obtenu avec la farine sophistiquée par les légumineuses, la pâte est difficile, colorée et peu liée par suite de l'action désagrégeante que la légumine exerce sur le gluten du blé. De plus, ce pain possède une odeur spéciale et désagréable.

Quant aux sophistications par les autres fécules ou farines Sarrazin, Sagou, Moussache, Tapioca, fécule de Pomme de terre, farine de Châtaigne, etc., bien que n'offrant aucun danger, elles tombent toutes sous le coup de la loi comme donnant, en raison de leur composition, un pain inférieur et moins nutritif.

Moyens de reconnaître la fraude.

Pour reconnaître la fraude, l'expert commencera par examiner les caractères de la farine et pratiquera l'extraction du gluten, qui indiquera par sa proportion généralement moindre et la pureté de ses caractères, que la farine est pure ou sophistiquée. Il suffira, pour cela, de se rapporter aux expériences de Villain qui, opérant sur des mélanges à parties égales de farine de blé et de farines étrangères, a obtenu pour le gluten les caractères suivants :

Blé et seigle. — Gluten visqueux, noirâtre, non homogène, s'étalant beaucoup plus que celui du blé. Il se désagrège facilement et adhère en partie aux doigts.

Blé et orge. — Gluten sec, non visqueux, d'un brun rougeâtre sale, paraissant formé de filaments vermiculés et tordus sur eux-mêmes.

(1) Ces essais de panification ont été faits en opérant sur 10 parties de farines étrangères pour 45 parties de farine de blé (dur ou tendre).

Blé et avoine. — Gluten jaune-noirâtre, offrant à sa surface un grand nombre de petits points blancs.

Blé et maïs. — Gluten jaunâtre, non visqueux, ferme, et ne s'étalant pas.

Blé et riz. — Gluten facile à obtenir, verdâtre à l'état humide, vert foncé à l'état sec.

Dans les mélanges de blé et de légumineuses, le gluten, désagrégé par la présence de la légumine, ne se lie pas, n'est pas élastique et peut même être divisé au point de passer avec l'amidon, si la proportion de farine de légumineuses est considérable. Dans ce cas, on a pour les mélanges de :

Blé et haricots. — Gluten difficile à obtenir, diminuant tellement que, pour un mélange de 50 °/₀, il a totalement disparu. Sa pâte glisse dans les doigts et se désagrège. Le gluten est blond-jaunâtre et à l'état humide s'aplatit moins que celui du blé.

Blé et lentilles. — Humide, le gluten s'étale légèrement et, à l'état sec, il devient jaune-brun.

Blé et vesces. — Gluten sec d'un noir-verdâtre.

D'un autre côté, pratiquant l'incinération de la farine, l'expert devra obtenir, dans le cas de la farine de blé pur, des cendres neutres au tournesol, pauvres en chlorures et en phosphates transformables par la chaleur en pyrophosphates. De plus, le poids devra tout au plus être égal à 2 °/₀. Les légumineuses donnant des cendres riches en chlorures et en phosphates tribasiques, non modifiables par la chaleur, leur présence modifiera la composition de celles que l'incinération produira. C'est d'ailleurs sur cette remarque que Louyet a basé son procédé de recherches, qui consiste à reprendre les cendres par la voie ordinaire de l'analyse chimique des sels, et à traiter la liqueur obtenue par le nitrate d'argent qui produira un précipité jaune dans le cas des légumineuses et blanc dans le cas de la farine de blé pur.

Ces recherches préalables effectuées, l'expert sera fixé sur la présence ou l'absence d'une matière étrangère qu'il essayera de caractériser par un des procédés suivants :

Fraude par les céréales. — Les céréales possédant toutes la composition du blé, mais suivant des proportions différentes, la fraude sera d'autant plus difficile à recon-

naître que l'amidon, à part celui du riz et du maïs, se rapproche beaucoup, comme forme, de celui du blé. C'est pourquoi cette fraude est souvent usitée.

Pour la rechercher, on emploiera le microscope, dont on complétera l'examen par quelques réactions chimiques. C'est ainsi que la présence du seigle sera caractérisée en épuisant la farine par l'éther qui, à l'évaporation, fournira un résidu gras, qu'un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique colorera en rouge. La coloration, dans ce cas, serait jaune pour la farine pure (Cailletet). Cet éther, sous l'influence du protonitrate de mercure, fournirait encore, par évaporation, une masse solide d'un brun-rouge, dans le cas où le seigle existerait (Naquet).

La présence du maïs se décèlerait en traitant successivement la farine par une solution étendue d'acide nitrique, puis par une solution de carbonate de potasse qui donnerait des flocons jaunâtres, devenant orangés après dégagement complet d'acide carbonique (Mauviel-Lagrange). Ce procédé permettrait, d'après l'auteur, de montrer la présence de 4 à 5 % de maïs.

Plusieurs autres procédés, basés toujours sur les colorations que la farine fraudée prend sous l'influence de divers agents chimiques, pourront encore être employés. Citons, par exemple, la réaction de Besnou, pharmacien de la marine (1847), qui, par les vapeurs ammoniacales ou les alcalis étendus, fait prendre à la farine de maïs la coloration jaune-citron, alors que celle du blé ne change pas d'aspect. Briois indique également quelques réactions analogues, basées toujours sur les colorations prises par les différentes céréales sous l'influence d'une dissolution de potasse caustique.

Fraude par les légumineuses. — La sophistication par les légumineuses, bien que fréquente, rencontre quelques difficultés. En effet, certaines de ces fécules, en raison de

leur couleur brune (*lentilles et vesces*), ne peuvent être employées, et l'on a généralement recours aux farines de haricots et de pois, dont la couleur vert-d'eau se perd facilement au sein d'une masse considérable de matières blanches. D'un autre côté, on ne peut guère ajouter plus de 5 % de farine étrangère sans altérer la blancheur, la saveur et l'odeur de la farine qui, pressée dans la main, ne se pelotonne plus et donne avec l'eau une pâte grasse, douce au toucher, comme savonneuse, possédant une odeur spéciale. La recherche de ces falsifications est en revanche plus facile à effectuer, car, possédant une composition qui s'écarte de celle du blé, les légumineuses riches en principes azotés, en corps gras, en sels (chlorures et phosphates tribasiques) et en fécule amylacée, fournissent, comme nous l'avons vu, des cendres dont la composition ne laisse aucun doute sur leur présence. D'autre part, la matière azotée ou légumine, se différenciant complètement du gluten des céréales, fournira une preuve irréfutable, que l'examen microscopique de l'amidon ne fera que confirmer.

Aussi, laissant de côté les procédés de Galvany, basés sur la perte de l'élasticité et du liant que le gluten éprouve sous l'influence des légumineuses, de Rodrigues, basé sur l'alcanité du produit fourni par la distillation, sèche des légumineuses agitées avec de l'acide sulfurique étendu, nous indiquerons la recherche de la légumine que l'on caractérisera facilement par la méthode de Lecanu. Ce procédé, qui n'est autre que celui de Martens (1847), modifié lui-même en 1849 par Lemenant de Chenais, est très sensible et permet de retrouver des quantités minimes de légumineuses dans les farines. Opérant l'extraction du gluten, Lecanu note l'odeur des légumineuses, l'aspect gras de la pâte, l'état savonneux des eaux de lavage et le peu d'éclat, de tenacité, de plasticité du résidu gélatineux; puis, agitant les eaux de lavage pour

remettre en suspension les molécules déposées, il les passe au tamis de soie qui retient les débris de gluten et divise ces eaux en deux portions.

L'une de ces deux portions, abandonnée à une température de 18° à 20°, entre en fermentation. Si elle ne renferme pas de la légumine, elle subit la fermentation lactique et n'exhale que l'odeur du lait aigri, qui se change en celle de fromage pourri dans le cas où ce principe existant détermine alors la fermentation putride.

L'autre portion, séparée par décantation du dépôt amylacé que l'on y trouve, est filtrée et évaporée jusqu'à formation à la surface d'une pellicule jaunâtre translucide. Jetée de nouveau sur un filtre, l'albumine coagulée que fournissent ces farines se trouve retenue, et l'addition, goutte à goutte dans le liquide filtré de l'acide acétique, précipite la légumine.

Le dépôt de légumine est blanc, floconneux, inodore, insipide: examiné au microscope, il présente des lamelles à bords échancrés; desséché, il devient semblable à de la corne. Insoluble dans de l'eau et de l'alcool, il se dissout abondamment dans la potasse et les solutions alcalines, d'où les acides nitrique et chlorhydrique, acétique, oxalique et citrique le précipitent. L'eau bouillante ne le rend pas gélatineux, et son ébullition dans l'eau lui fait perdre sa solubilité dans l'ammoniaque.

L'examen des eaux de lavage terminé, on procède à celui du dépôt amylacé qui, placé sur le porte-objet du microscope avec un peu d'eau et quelques gouttes d'une solution iodée, montre distinctement les grains d'amidon bleuis, contenus dans une enveloppe cellulaire polyédrique, avec tous les caractères qui leur sont propres.

Ce dépôt amylacé pourra, en outre, sur le porte-objet, être traité par une solution aqueuse de potasse au $^1/_{100}$, soit par

de l'acide chlorhydrique étendu, réactifs qui feront disparaître l'amidon, laissant intact le tissu réticulé.

Si cependant ce premier essai ne donnait aucun résultat, la plus grande partie du dépôt serait soumise à une espèce de lévigation; on recueillerait alors les parties les plus lentes à se déposer, renfermant le tissu réticulé des légumineuses que l'on reconnaîtrait plus facilement et qui serait alors soumis à quelques réactions chimiques. Nous voulons parler des procédés de Donny et de Lassaigne (1847).

Ce dernier, se basant sur ce que les farines de féveroles, de lentilles, de fèves, etc., renferment dans leur enveloppe une faible partie de tannin qui manque dans les céréales, soumet ces farines à l'action des sels de fer, se colorant, grâce à ce principe, en vert ou en noir.

Pour rendre la réaction sensible, on passe une quantité un peu considérable de farine au tamis de soie et on délaye, dans une capsule en porcelaine, le son qui reste sur le tamis dans une dissolution de sulfate ferroso-ferrique. On observe alors que les farines de blé prenant une faible teinte jaune-pâle, la farine de haricots se colore en jaune-orangé pâle, et la farine de fèveroles a une teinte vert-bouteille encore sensible, à l'intensité près, avec un mélange de $^{10}/_{100}$ de fèveroles. Ces essais, opérés en présence des teintes que les farines pures prises pour types revêtent sous l'influence d'un sel de fer, seront complétés par le procédé de Donny, basé sur ce que les farines de fèveroles et de vesces prennent une belle couleur rouge, sous l'influence d'un dégagement successif d'acide nitrique et d'ammoniaque, tandis que les autres farines restent incolores ou ne jaunissent que légèrement. Pour cela, ayant enduit le bord d'une capsule de porcelaine d'une couche de farine, on verra au fond de la capsule l'acide nitrique, et on chauffera pour faire dégager des vapeurs qui jaunissent la farine.

Remplaçant alors l'acide au fond de la capsule par de l'ammoniaque, on évaporera à l'air, ce qui, dans le cas d'un mélange de fèveroles, de vesces, fera prendre à la farine des taches rouges, toujours visibles à la loupe et dont le nombre variera avec la proportion du mélange. Cette réaction est importante, et comme le veut le cahier des charges des farines, toutes les farines doivent lui être soumises avant d'être acceptées.

Enfin, ajoutons, pour terminer avec les légumineuses, que le traitement du dépôt des eaux de lavage des farines au bain-marie par l'acide chlorhydrique, étendu de trois ou quatre fois son volume d'eau, donne un résidu du tissu cellulaire fortement coloré en rouge lie-de-vin pour les farines de fèveroles, vesces, lentilles, et incolore pour celles de blé, de haricots et de pois.

Enfin, l'expert complétera ses recherches par l'examen microscopique dont les résultats sont consignés plus loin dans un tableau.

Fécule de pomme de terre.— Souvent mélangée à la farine de blé, cette fécule a l'inconvénient de faire absorber moins d'eau à la farine qui, par suite, rend moins de pain et devient même impropre à la panification, si la proportion atteint 25 %.— La recherche s'exécutera au moyen de l'examen microscopique de l'amidon, qui sera complété par quelques essais chimiques. C'est ainsi que, traitées par solution potassique (1 gr. 1/2 ou 2 gr. % d'eau distillée), les graines de fécule se gonflent, s'étalent en larges plaques minces transparentes; les grains d'amidon ne seront presque pas modifiés (Donny).

La farine après extraction du gluten, traitée par 30 fois son volume d'eau de potasse à 1 gr. 75 %, se prendra en gelée

homogène d'une transparence parfaite, qui disparaîtra en entier dans un excès de solution (Lecanu).

La solution de potasse à la chaux, au 1/4, donnera avec cette farine, privée de gluten, un empois qui, dans le cas de l'amidon de blé, sera épais, opaque, s'écoulant facilement, mais qui, avec la fécule de pomme de terre, formera un magma gélatineux.

Ce procédé permet de reconnaître 1/20 de fécule (Mayet).

On peut encore essayer directement la farine sans pratiquer l'extraction du gluten : c'est ainsi que, broyée fortement dans un mortier avec de l'eau froide et filtrée après quelques instants de contact, l'eau iodée reste incolore si la farine est pure et bleuit dans le cas de la fécule, ce qui est dû, sans doute, à ce que les grains d'amidon du blé n'ont pas été rompus par la trituration (Martens).

Puscher traite la farine par le mélange refroidi de 1 gr. d'acide sulfurique et 2 gr. d'eau. La farine se gonfle et dégage en même temps, s'il y a de la fécule, une odeur de *Fusel-oil,* qui est celle de l'alcool de betterave et des mauvaises eaux-de-vie de grains.

Examen microscopique.— Les principaux procédés usités pour déceler les falsifications ayant été passés en revue, nous dirons un mot sur la manière dont se pratique l'examen microscopique de la farine.

Cet examen, qui a lieu à la lumière solaire et à la lumière polarisée, s'opère à l'aide d'un bon microscope d'un grossissement de 300 diamètres, pourvu d'un appareil de polarisation constitué par deux prismes de Nicol qui, montés dans des garnitures de cuivre disposées *ad hoc*, jouent l'un, le rôle de polarisateur, et l'autre d'analyseur.

L'analyseur se posera au-dessus de l'objectif, le polarisateur se placera dans le trou de la platine du microscope. Une

petite roue dentée horizontale, placée sous la platine de l'appareil, engrènera avec les cannelures de la monture du polarisateur et permettra de faire tourner le prisme dans toutes les directions, facilitant, par suite, le passage (*l'éclairement)* ou l'arrêt *(l'extinction)* de la lumière ; l'éclairement ayant lieu quand les sections principales des deux prismes sont parallèles et l'extinction s'opérant lorsque ces sections sont en croix.

Ce sont ces alternatives d'éclairement et d'extinction qui permettront l'examen des grains d'amidon à la lumière naturelle et à la lumière polarisée.

Quant à la préparation microscopique, elle peut se faire soit directement sur la farine, soit sur l'amidon débarrassé du gluten : c'est ce dernier mode qui est suivi généralement. Pour cela, les eaux ayant servi à l'extraction du gluten sont agitées et quelques gouttes, tenant en suspension des particules d'amidon, sont déposées sur le porte-objet que l'on recouvre immédiatement d'une lamelle de verre mince. L'addition d'une goutte d'eau iodée, colorant en bleu ces grains d'amidon, facilitera l'examen.

Nous ne croyons pouvoir mieux faire que de consigner sous forme de tableau le résultat de cette analyse.

Amidon de blé. — Grains nombreux apparaissant les uns gros, aplatis, lenticulaires, parfaitement ronds, d'un diamètre oscillant entre $0^{mm}0352$ et $0^{mm}0369$, les autres petits, globuleux, ne mesurant guère que $0^{mm}0088$.

Ces grains possèdent un hile en forme de croissant, mais laissent difficilement voir leurs couches concentriques.

A la lumière polarisée, ils apparaissent avec une croix noire, très petite, qui disparaît dans une forte lumière.

Amidon de seigle. — Grains circulaires, possédant comme ceux du blé la forme d'une lentille aplatie. Ils s'en distinguent néanmoins par un diamètre beaucoup plus grand, qui varie entre $0^{mm}0396$ et $0^{mm}0528$ et par la présence d'un hile dans les grains les plus forts.

Les débris des téguments diffèrent peu de ceux du blé.

A la lumière polarisée, ces grains possèdent une croix noire intense.

Amidon d'orge. — Grains circulaires comme ceux du blé, offrant cependant un contour moins régulier et plus ondulé. Leur diamètre plus petit, varie entre $0^{mm}001$ et $0^{mm}004$.

Les débris des téguments se distinguent facilement de ceux du blé par les cellules transversales de l'endocarpe bien visible, sans ponctuation, sans hile à la face interne et par la couche de gluten, formée d'un triple rang de cellules plus petites que celles du blé.

La lumière polarisée n'agit que très peu sur cet amidon.

Amidon d'avoine. — Grains globuleux ou irrégulièrement polyédriques, sans hile ni couches concentriques apparentes ($D=0^{mm}0044$), souvent groupés en une masse arrondie ou ovale, la surface du grain semble alors tapissée d'un réseau de fines mailles, formées par le contour des grains polyédriques.

Le tégument formé de cellules allongées à parois ondulées et recouvertes de longs poils canaliculés, ne présente ni couche de cellules transversales, ni hile.

A la lumière polarisée, ces grains opaques disparaissent presque complètement.

Amidon de riz. — Grains polyédriques, régulièrement anguleux, d'un diamètre à peu près constant ($0^{mm}0066$), présentant une dépression centrale.

Le tégument offre une couche de cellules transversales très délicates, offrant des tubes à la surface interne et est dépourvu de cellules à gluten.

Amidon de maïs. — Grains polygonaux, isolés ou groupés à angles nombreux aigus ou arrondis, possédant au centre un hile étoilé bien visible. Leur diamètre varie entre $0^{mm}0132$ et $0^{mm}022$.

Le tégument est formé de cellules allongées, sinueuses et ondulées. Les cellules à gluten sont carrées et disposées sur un seul rang.

A la lumière polarisée, ces grains deviennent carrés et offrent une croix noire rectangulaire qui, partant du centre, va en s'élargissant vers le bord avec 4 angles très voyants. Cette croix est encore visible lorsque le champ du microscope est lumineux.

Amidon de millet. — Grains polyédriques très anguleux, ne possédant ni couches concentriques, ni hile, mais offrant au centre un point noir. Le diamètre oscille entre $0^{mm}0044$ et $0^{mm}0088$.

Le tégument très mince, est formé de cellules épidermiques à contours sinueux et ondulés, et d'une couche de cellules perpendiculaires à parois peu épaisses.

A la lumière polarisée, ils deviennent noirs avec centre brillant.

Amidon de sarrazin. — Grains polyédriques à angles nombreux et émoussés, possédant un tube translucide, qui apparaît souvent au centre sous une forme ronde. Le diamètre varie entre $0^{mm}0532$ et $0^{mm}0626$. On aperçoit de plus, quelquefois, des cellules à contours sinueux de l'épisperme et des cellules superficielles de l'albumen, remplies d'une matière protéique, colorable en violet par la cochenille.

La lumière polarisée est sans action.

Fécule de pommes de terre. — Grains ovoïdes, conchoïdes, ellipsoïdes, aplatis, d'un diamètre variant entre $0^{mm}06$ et $0^{mm}1$, quelques-uns atteignent même $0^{mm}185$. Les petits grains

sont peu nombreux, sphériques ou globuleux, et les plus gros sont toujours elliptiques ou triangulaires à angles arrondis.

Le hile est ponctiforme, situé ordinairement à l'extrémité la plus amincie du grain, où il sert de centre à un grand nombre de couches très visibles avec un bon éclairage.

Traités par une faible solution de potasse caustique, ces grains de fécule se distendent et augmentent environ de cinq fois leur volume, tandis que l'amidon de blé reste intact.

A la lumière polarisée, ces grains présentent une croix noire très intense, dont le centre est au hile. Cette croix est encore visible quand le champ du microscope est lumineux, mais dans ce cas, elle se détache en blanc sur un fond gris.

Fécule de sagou. — Grains ovoïdes, présentant sur un point de la surface courbe une espèce de troncature, indiquant la place où un grain semblable se trouvait soudé. De plus, au moins dans quelques-uns de ces grains, existe une cavité intérieure au point où correspond le hile.

Le diamètre est compris entre $0^{mm}030$ et $0^{mm}080$.

Farine de châtaigne. — Grains en forme de pépins de raisin, possédant un diamètre excédant rarement $0^{mm}020$.

Tapioca. — Les grains de sa fécule offrent une disposition en facettes, analogues à ceux de sagou, mais s'en différencient par le diamètre qui, plus petit, ne varie qu'entre $0^{mm}010$ et $0^{mm}040$.

Amidon de légumineuses. — Ces grains, bien caractérisés, affectent la forme ovale, allongée, ovoïde, réniforme ou quelquefois sphérique.

Le hile est formé d'une ligne médiane longitudinale, plus large au centre, s'approchant plus ou moins des extrémités et présentant fréquemment des ramifications transversales.

Le diamètre du grain varie avec les espèces et se trouve ordinairement compris entre $0^{mm}022$ et $0^{mm}029$.

A la lumière polarisée, ces grains sont traversés par une croix très intense, toujours visible, quelle que soit leur position.

En raison de leur emploi fréquent dans la falsification des farines, l'examen de l'amidon des légumineuses sera complété par les caractères tirés des débris du tissu réticulé qui renfermait ces grains. Les cellules de ce tissu sont hexagonales, de grandeur variable avec les espèces et sans action sur la lumière polarisée.

Fraudes par les substances minérales. — La fraude par les substances minérales pourra se déduire soit de l'examen des cendres, soit de l'examen direct de la farine. En effet, le poids des cendres provenant de l'incinération

d'une quantité donnée de farine aura en général augmenté.

D'un autre côté, la réaction, qui au papier de tournesol était neutre ou simplement alcaline pour les cendres de blé pur, pourra être modifiée. Enfin, la composition à peu près constante (1) de ces cendres sera elle-même altérée, ce que par l'analyse chimique on démontrera facilement. Cependant, comme on peut avoir dans certains cas intérêt à reconnaître immédiatement la présence ou l'absence de ces substances, on pourra pratiquer leur recherche directement sur la farine, en opérant comme il suit:

Os moulus. — Les eaux de lavage du gluten recueillies dans un vase conique seront siphonées avec précaution au fur et à mesure que les couches supérieures s'éclairciront, de manière à laisser le dépôt à sec le long du vase. Ce dépôt, devenu presque solide, sera ensuite, en renversant le vase, détaché sous la forme d'un petit cône qui, placé sur un morceau de plâtre, finira par le dessécher complètement. Les os moulus *(phosphate et carbonate calciques)* qui, en vertu de leur densité, auront gagné le fond, seront alors recherchés dans la partie supérieure du cône, où ils se seront rassemblés.

Examinée au microscope, cette poussière d'os se reconnaîtra à la structure des cellules osseuses, qui se colorent en jaune par le nitrate d'argent.

De plus, la méthode chimique pourra, par les procédés connus, caractériser la présence des phosphates et des carbonates de chaux.

(1) Cette composition centésimale serait, d'après les documents du laboratoire municipal de Paris :

Acide phosphorique	43 7
Potasse	31.8
Magnésie	9.8
Chaux	6.0
Peroxyde de fer et d'alumine	1.3
Silice	7.4
Plus, des traces d'acide sulfurique.	100.0

Sable. — La dilution à plusieurs reprises de la farine suspecte suffira pour en séparer le sable qui, en vertu de sa densité, gagnera le fond, donnant un dépôt insoluble qui craque sous la dent.

Carbonates de chaux et de magnésie. — Cendres végétales. — La farine, traitée par l'acide chlorhydrique, donnera lieu, dans ce cas, à un dégagement d'acide carbonique et à un chlorure soluble facile à caractériser. Il suffira, en effet, de neutraliser la liqueur par l'ammoniaque pour obtenir, dans le cas de la chaux, un précipité par l'oxalate d'ammoniaque. La magnésie ne précipitant pas par ce réactif, serait caractérisée par le phosphate ammonique.

Dans le cas où la farine renfermerait des cendres végétales, c'est-à-dire des carbonates alcalins, la liqueur acide précipiterait en jaune par le bichlorure de platine.

Chaux. — Le simple traitement de la farine par l'eau suffira pour dissoudre assez de cet alcali et fournir une liqueur qui, après filtration, précipitera en blanc par un courant d'acide carbonique.

Plâtre. — La calcination en vase clos suffira pour transformer ce sulfate de chaux en sulfure de calcium qui, traité par l'acide chlorhydrique, donnera naissance à de l'hydrogène sulfuré et à du chlorure de calcium, que l'on caractérisera par l'oxalate d'ammoniaque.

Alun. — On traitera la farine par l'eau qui, après filtration, sera divisée en deux portions.

Dans l'une, l'acide sulfurique sera recherché par le chlorure de baryum, et, dans l'autre, l'alumine le sera par la potasse, qui formera un précipité blanc gélatineux, soluble dans un excès de réactif.

Sulfate de cuivre. — On pratiquera l'incinération de la farine, et les cendres, reprises par l'acide nitrique, fourniront une liqueur dans laquelle le cuivre sera recherché au moyen de l'ammoniaque, de l'hydrogène sulfuré et du cyanure de potassium, réactifs caractéristiques de ce métal.

Altération des farines. — Condamnation.

Les farines subissant à la longue des altérations plus ou moins profondes, dues soit à une mouture mal faite, soit à l'envahissement par les insectes, soit à la fermentation humide, soit au temps lui-même, doivent être condamnées.

Aussi, le pharmacien de la marine étant souvent consulté sur ce point pour les farines provenant des magasins de l'État (ce qui est fréquent aux colonies) ou des remises des navires ayant fait campagne, nous avons cru devoir résumer en quelques lignes les caractères sur lesquels il doit se baser, pour faire prononcer leur condamnation dans l'intérêt de la santé des hommes. Dans ce but, nous examinerons différents cas :

Farines provenant de mouture mal faite. — Le gluten altéré par l'échauffement de la farine, qu'une rotation trop rapide des meules provoque, communiquera au produit une odeur spéciale (d'*échauffé*), facilement reconnaissable.

Farine altérée par la fermentation humide. — Avariée par l'humidité, la farine prendra une couleur plus ou moins jaunâtre ou rougeâtre, une odeur de moisi quelquefois infecte et une saveur acide, amère et nauséabonde, produisant dans la gorge une sensation d'âcreté.

De plus, la présence des marrons dus à la farine pelo-

tonnée sur elle-même et la diminution de la proportion de gluten ôteront tout doute à cet égard.

Farine envahie par les parasites. — Dans le cas de la farine attaquée par les parasites, tant végétaux qu'animaux, on aura recours au microscope, qui montrera les spores des Hypodermées (*Uredo vera*, *Puccinia graminis*, *Ustilago carbo*, *Ustilago caries*), organismes inférieurs dont la présence rend la farine dangereuse à la panification. On apercevra encore, par le même moyen, les bactéries de diverses sortes et les conidies ou appareils de multiplication des Mucorinées, champignons dont la forme sporifère (*Mucor mucedo*, *Thamnidium*, *Oïdium aureum*) ne se montre que dans le pain qui, fabriqué avec ces farines, amène dans le tube digestif des accidents graves.

Cet examen microscopique sera d'ailleurs facilité par l'addition, sur le porte-objet, de quelques gouttes d'une solution faible de potasse, qui rendra l'amidon transparent et facilitera, par suite, la recherche des bactéries et du mycélium conidifère.

Quant à la recherche des insectes parasites, elle sera encore pratiquée par le microscope pour ceux à l'état de larve (phase de la vie où ces animaux produisent le plus de dégâts), tandis que les autres, à l'état d'insectes parfaits, trahiront leur présence dans la farine par l'odeur, la saveur et divers mouvements qu'ils lui communiqueront. C'est en se basant sur ces mouvements particuliers, communiqués aux farines, que M. le pharmacien militaire Troupeau a basé son procédé de recherche des Acariens, procédé d'ailleurs applicable à tous les insectes de la farine.

Comprimant avec la main un peu de farine entre deux feuilles de papier, l'auteur enlève avec précaution la feuille supérieure et ne tarde pas à voir, dans le cas où les Acariens existent, la formation de petits monticules visibles à l'œil

nu. C'est dans ces monticules, qu'armé d'une loupe et d'une pointe mouillée, on recherchera l'animal dont on examinera tous les caractères à la loupe ou au microscope.

D'autre part, quelques parasites communiqueront à la farine une odeur caractéristique, à laquelle les boulangers ne se méprendront pas. C'est ainsi que l'*Acarus farinæ* développera dans la farine l'odeur de miel, alors que le Blaps-Géant ou Barbot lui donnera une odeur fétide.

Il en est de même de la Kakerlac orientale ou cafard, dont la fréquence à bord fait prendre aux farines d'armement une odeur rebutante, bien connue des marins.

Enfin, il existe encore quelques parasites, qui influent d'une manière spéciale sur la saveur de la farine.

C'est en se basant sur ces caractères réunis: odeur, saveur, etc., et surtout sur l'examen microscopique, que l'expert pourra affirmer la présence et, par suite, l'altération par les parasites végétaux ou animaux.

Nous croyons cependant devoir conseiller, pour faciliter cet examen au microscope, l'emploi d'un mélange de glycérine et d'acide acétique qui, comme l'a fait remarquer Troupeau, a la propriété d'augmenter la transparence des objets placés sur la lame de verre renfermant la préparation microscopique.

Enfin, ajoutons encore à ces altérations les déjections de souris et autres rongeurs, qu'il n'est pas rare de rencontrer dans les farines mal conservées.

Ici, l'odeur revêtue par ces farines, imprégnées de l'urine de ces mammifères, ne laissera aucun doute sur la cause de l'altération.

Farines vieilles. — Les farines qui se bonifient avec le temps éprouvent cependant, à la longue, des modifications qui les altèrent.

C'est ainsi que, outre le goût de savon que les farines prennent en vieillissant, leur acidité augmente; le gluten, les matières grasses et les matières sucrées diminuent, et des alcaloïdes dangereux s'y développent. Dans ce cas, le dosage bien fait de ces éléments sera, pour l'expert, le seul moyen capable de lui montrer si la farine qui a vieilli est dangereuse ou est encore apte à être employée.

Dosage de l'acidité. — L'acidité qui, représentée en acide sulfurique monohydraté (SO^4H^2), ne dépasse guère 0,15, à 0,40 % dans les bonnes farines ayant moins de trois mois de mouture, aura considérablement augmenté, ce que l'on vérifiera facilement, comme il suit:

10 gr. de farine, placée dans un flacon bouché à l'émeri, avec de l'alcool à 90° (de 30^{cc} à 50^{cc}, suivant qu'on opère avec les issues) seront fréquemment agités pendant 12 heures, puis abandonnés au repos pendant 12 nouvelles heures. Après ces 24 heures (1) de contact, 10^{cc} du liquide surnageant seront prélevés avec une pipette et soumis à l'acidimétrie au moyen d'une solution de soude titrée, versée goutte à goutte avec une burette de Morh. La limite de la réaction étant saisie, soit par le curcuma, soit par le tournesol, ou encore mieux par la solution alcoolique de phtaléine, du phénol, une simple proportion donnera la quantité d'acide existant.

Dosage du gluten. — Cette acidité due à une transformation du gluten ayant augmenté, ce dernier devra par suite avoir diminué et ses caractères seront modifiés. Quant au dosage et à l'examen des caractères du gluten, ils se pratiqueront par les procédés déjà indiqués.

Recherche des alcaloïdes. — Outre l'acidité, on recherchera

(1) Un contact plus prolongé de la même farine avec l'alcool, accuse toujours le même résultat à l'analyse.

la présence des alcaloïdes, dont l'origine probable consiste en une transformation du gluten sous l'influence du ferment naturel du blé. Apparaissant au bout d'un certain temps dans les farines, ces alcaloïdes qui, au début, sont en quantité peu appréciable, ne tardent pas à augmenter.

Leur présence sera indiquée par le procédé suivi par Balland pour leur extraction.

Les farines non desséchées, placées dans un appareil à déplacement, seront épuisées avec de l'éther à 62°, qui, évaporé ensuite à siccité au bain-marie, laissera pour résidu une matière grasse, acide, d'odeur d'autant plus pénétrante et plus désagréable que la farine sera plus vieille. Placé dans la bouche, ce résidu graisseux fournira une grande âcreté. Reprise par une faible quantité d'eau chaude, cette matière grasse sera maintenue pendant quelques minutes au bain-marie, puis abandonnée au refroidissement, et l'eau qui s'est emparée des alcaloïdes sera, après décantation, traitée par les réactifs appropriés (iodure double de mercure et de potassium, ferrocyanure de potassium, perchlorure de fer, etc.), qui les mettront en évidence. Ces réactions, déjà sensibles avec des farines dont la mouture remonte à 1 an ou à 18 mois, seront encore plus accusées avec celles qui, plus anciennes, ont 2, 3, 4 ans ou même davantage d'existence.

De plus, une réaction physiologique pourra être tentée; il suffira pour cela de mêler, avec un peu de farine fraîche, les extraits (éthérés) obtenus, d'en faire un pâton et de l'administrer à des moineaux, pour les voir périr rapidement avec tous les symptômes d'un empoisonnement.

Dosage des matières grasses. — Les matières grasses qui, dans les farines de première qualité du commerce varient entre 0,75 et 1 gr. 10 p. 100, diminuent avec le temps et finissent même par disparaître, comme il résulte des expériences de M. Balland.

Pour opérer le dosage, on épuisera un poids donné de farine au moyen d'un dissolvant approprié (éther ou sulfure de carbone) qui, évaporé au bain-marie, laissera pour résidu une matière solide, grasse, jaunâtre, dont la balance accusera le poids après dessiccation.

Douée d'une odeur de pain frais et chaud pour les farines fraîches, cette matière grasse sera plus ou moins rance, suivant que leur fabrication sera plus ou moins ancienne.

Dosage des matières sucrées. — En proportion plus forte dans les issues que dans les farines, les matières sucrées qui varient avec le taux d'épurement (mais ne dépassent guère 0,80 à 2 gr. p. 100), diminueront avec le temps. Leur dosage s'opérera facilement en plaçant 20 gr. de farine et 100^{cc} d'eau distillée dans un flacon que l'on agitera fréquemment. Après 6 heures (1) de contact, l'eau chargée des principes sucrés sera, après décantation et filtration, dosée par une liqueur cupro-potassique titrée ou par le polarimètre.

(1) Un contact de 24 heures donne des résultats qui sont accrus de un tiers environ pour les farines et du double pour les issues.

CONCLUSIONS.

En résumé, nous concluons de notre travail que, dans l'intérêt de ses troupes et de ses équipages, la Marine a tout avantage à acheter son blé et à fabriquer elle-même ses farines. En effet, le blé reçu par une Commission, dite des Recettes, offre des garanties sérieuses et les farines fabriquées dans les arsenaux, sous la surveillance de maîtres meuniers et la responsabilité d'officiers manutentionnaires compétents, le sont avec soin. Le taux d'épurement prescrit est bien observé, et les farines sont exemptes de toutes impuretés et des fraudes nombreuses que les fournisseurs, peu scrupuleux, cherchent à y introduire.

De plus, ces farines, dont la fabrication est soignée, offrent à peu près toutes les chances possibles de conservation.

Dans le cas où, cependant, soit pour une raison ou pour une autre, les farines sont achetées à l'industrie, le pharmacien de la marine, chargé de l'analyse, devra, en ce qui le concerne, faire respecter à la lettre les conditions stipulées dans le cahier des charges et ne pas hésiter à se montrer sévère dans les résultats que son analyse, aussi scrupuleuse que désintéressée, lui fournira; se pénétrant bien de l'idée que de sa sanction dépend l'acceptation ou le rejet d'une substance qui, destinée à l'alimentation, peut devenir un véritable danger pour le marin.

Appelé à se prononcer sur les farines vieilles ou détériorées, il n'hésitera pas de même à les faire condamner; évitant ainsi aux hommes de véritables empoisonnements, qui résulteraient de la détérioration lente et profonde de ces produits.

FIN.

Vu et permis d'imprimer :
Montpellier, le 31 mai 1887
Le Recteur de l'Académie,
Correspondant de l'Institut,
G. CHANCEL.

Vu :
Montpellier, le 31 mai 1887
Le Directeur de l'Ecole,
J.-E. DIACON.

LISTE DES PRÉPARATIONS

Acide sulfurique pur.

Sulfure d'ammonium.

Hydrate de baryte.

Carbonate de soude pur.

Chlorure cuivrique.

Azotate neutre de bismuth.

Acétate mercurique.

Alcool amylique pur.

Iodoforme.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Ph. Krémer. — Compte-rendu de l'exposition internationale de matériel et de meunerie (Londres 1881).

A. Rollet. — Mémoire sur la meunerie, la boulangerie et la conservation des grains et des farines (1847).

Manuel du Boulanger (collection Boret, 1856).

Fonssagrives. — Hygiène de médecine navale.

Journal de pharmacie et de chimie (années 1868, 1877, 1883, 1884 et 1885).

Fr. Hetet. — Chimie organique (1882).

A. Payen. — Précis de chimie industrielle (t. II, 1877).

A. Naquet. — Précis de chimie légale (1873).

Ed. Grimaux. — Chimie organique élémentaire (1880).

Ad. Wurtz. — Dictionnaire de chimie.

L. Soubeiran. — Nouveau dictionnaire des falsifications des aliments et des médicaments (1874).

A. Chevallier et Baudrimont. — Dictionnaire des altérations et des falsifications (1882).

Rapport sur les falsifications alimentaires du laboratoire municipal de Paris (1885).

Bulletin officiel de la marine, 1872.

H. Buignet. — Manipulations de physique (1877).